

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA:

INGENIERÍA AMBIENTAL

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

INGENIERA E INGENIERO AMBIENTALES

TEMA:

**DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN AMBIENTAL BASADO EN LA TEORÍA
ECOLÓGICA DE LOS SISTEMAS DE BRONFENBRENNER PARA LA
CONSERVACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO DEL BOSQUE PROTECTOR UMBRÍA
EN LA PARROQUIA ALOASÍ**

AUTORES:

ARIAS GUTIÉRREZ CYNTHIA NICOLE

HINOJOSA ORBEA MIKELE ALEJANDRO

TUTOR:

EDWIN RODRIGO ARIAS ALTAMIRANO

Quito, marzo de 2021

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros Cynthia Nicole Arias Gutiérrez con documento de identificación N° 1716545429 y Mikele Alejandro Hinojosa Orbea con documento de identificación N° 1724055262, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: **DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN AMBIENTAL BASADO EN LA TEORÍA ECOLÓGICA DE LOS SISTEMAS DE BRONFENBRENNER PARA LA CONSERVACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO DEL BOSQUE PROTECTOR UMBRÍA EN LA PARROQUIA ALOASÍ**, mismo que ha sido para optar por el título de: INGENIERA E INGENIERO AMBIENTALES, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



.....

Cynthia Nicole Arias Gutiérrez

1716545429



.....

Mikele Alejandro Hinojosa Orbea

1724055262

Quito, marzo 2021

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR/A

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Trabajo Experimental, **DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN AMBIENTAL BASADO EN LA TEORÍA ECOLÓGICA DE LOS SISTEMAS DE BRONFENBRENNER PARA LA CONSERVACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO DEL BOSQUE PROTECTOR UMBRÍA EN LA PARROQUIA ALOASÍ**, mismo que ha sido para optar por el título de: INGENIERA E INGENIERO AMBIENTALES, realizado por Cynthia Nicole Arias Gutiérrez y Mikele Alejandro Hinojosa Orbea, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, marzo 2021



.....
Edwin Rodrigo Arias Altamirano

1710165869

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de investigación a mis padres por ser mis guías de educación no solo académica si no en mi crecimiento personal llegando a tener un pensamiento y una construcción ideológica clara y estable para enfrentarme a las adversidades que implican el convertirse en adulto.

También dedico este trabajo de desarrollo e investigación a Carlos Ortega quien ha sido cómplice de mis ideas, formas de pensar y de actuar. Quien ha estado acompañándome en gran parte en el proceso de mi educación académica, involucrándolo en pensamientos de cambio desde una perspectiva global y equilibrada, implementando pequeñas ideas de conciencia ambiental.

Cynthia Nicole Arias Gutiérrez

Al cumplir una meta más en el trayecto de la vida, dedico mi trabajo de investigación a mis padres y hermano ya que han sido mi mayor motivación para seguir adelante y el pilar fundamental dentro de mi formación como persona y futuro profesional.

Mikele Alejandro Hinojosa Orbea

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito Campus Sur, y a cada uno de los profesionales que laboran en dicha institución por haber sido parte de este proceso de formación académica, ético y cultural.

De manera fraterna y encarecida extendiendo mi más sincera gratitud, a nuestro tutor Edwin Arias, quién gracias a su apoyo e interés prestado ha permitido la realización del presente trabajo de investigación. Asimismo, agradezco la confianza, dedicación y tiempo de cada uno de los profesores que han sido parte de nuestro desarrollo académico, por haber compartido sus conocimientos y experiencias profesionales, y sobre todo su amistad brindada a lo largo de todo este camino.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo General	3
2.2. Objetivo Específicos.....	3
3. MARCO TEÓRICO	4
3.1. Bosque Protector	4
3.1.1. Características para ser un Bosque Protector	4
3.1.2. Importancia de los Bosques Protector	5
3.1.3. Bosque protector en el Ecuador.....	5
3.1.4. Biodiversidad y Conservación.....	6
3.1.4.1. Conservación de la biodiversidad bajo el régimen privado.	6
3.1.4.2. Criterios para establecer una zona de protección permanente.	6
3.1.4.3. Ecosistema	8
3.1.5. Deforestación.....	8
3.1.5.1. Tasa de deforestación.....	9
3.1.5.2. Área de bosque inicial.....	9
3.1.5.3. Área de bosque final	9
3.2. Área de estudio	9
3.2.1. Mapa Cartográfico.....	9
3.2.1.1. Imágenes Satelitales	9
3.2.1.2. Tipos de Imágenes Satelitales.....	10
3.2.1.3. Sensor Landsat TM	10
3.2.1.4. Sensor Ikonos	10
3.2.1.5. Sensor Iris	10
3.2.2. Sistema de información geográfica	10
3.3. Factores bióticos	11
3.3.1. Fauna	11
3.3.2. Flora.....	11
3.4 Factores Abióticos	11

3.4.1. Factores Climáticos	11
3.4.2. Factores Edáficos	12
3.4.3. Factores Hidrológicos.....	12
3.4.4. Factores Químicos	12
3.4.5. Factores Geomorfológicos	12
3.4.6. Factores Culturales y Socioeconómicos.....	12
3.5. Hidrología.....	13
3.5.1. Caudal.....	13
3.5.1.1. Medición de Caudal	13
3.5.1.2. Método Volumétrico	13
3.5.1.3. Método Velocidad Superficie	13
3.5.2. Muestreo de agua.....	13
3.5.2.1. Índice de la Calidad de Agua (ICA-NSF).....	14
3.5.3. Parámetros Químicos	14
3.5.3.1. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	14
3.5.3.2. Demanda Química de Oxígeno (DQO).....	14
3.5.3.3. Fosfatos	14
3.5.3.4. Nitratos.....	14
3.5.3.5. Oxígeno Disuelto	15
3.5.3.6. Potencial Hidrógeno (pH)	15
3.5.4. Parámetros Físicos.....	15
3.5.4.1. Sólidos Disueltos Totales.....	15
3.5.4.2. Turbidez	15
3.5.4.3. Temperatura	15
3.5.5. Parámetros Microbiológicos.....	16
3.5.5.1. Coliformes Fecales.....	16
3.5.6. Calidad de Agua	16
3.6. Análisis del Suelo	16
3.6.1. Muestreo del Suelo.....	16
3.6.2. Tipo de Muestreo.....	16
3.6.2.1. Método del Zigzag	16

3.6.3. Parámetro Físicos del Suelo	17
3.6.3.1. Color.....	17
3.6.3.2. Profundidad.....	17
3.6.3.3. Estructura	17
3.6.3.4. Textura	17
3.6.3.5. Consistencia	18
3.6.3.6. Densidad Aparente.....	18
3.6.3.7. Porosidad.....	18
3.6.4. Parámetros Químicos	18
3.6.4.1. pH del Suelo.....	18
3.6.4.2. Conductividad	19
3.6.4.3. Nutrientes	19
3.6.5. Contaminación del Suelo.....	19
3.7. Modelo de Gestión Ambiental.....	19
3.7.1. Modelo ecológico de Bronfenbrenner en el medio ambiente.....	19
3.7.2. Sistemas de Bronfenbrenner.....	20
3.7.2.1. Microsistema.....	20
3.7.2.2. Mesosistema.....	20
3.7.2.3. Exosistema	20
3.7.2.4. Macrosistema	21
3.7.3. Modelo de Gestión Ambiental y Sistemas de Bronfenbrenner	21
4. MATERIALES Y MÉTODOS	23
4.1. Recopilación de información.....	23
4.2. Ubicación y delimitación.....	23
4.3. Área y perímetro.....	26
4.4. Tasa de deforestación.	26
4.5. Análisis ambiental	27
4.5.1. Factores abióticos	27
4.5.1.1. Precipitación.....	27
4.5.1.2. Temperatura	27
4.5.1.3. Pendientes de suelo	28

4.5.1.4. Uso actual del suelo	28
4.5.1.5. Erosión del suelo	28
4.5.1.6. Uso potencial del suelo	28
4.5.2. Factores bióticos	28
4.5.2.1. Flora	28
4.5.2.2. Fauna	29
4.6. Análisis Socioeconómico	29
4.6.1. Demografía	29
4.6.2. Educación	29
4.6.3. Salud	29
4.6.4. Servicios básicos	29
4.6.5. Actividades económicas.	30
4.6.6. Vías de acceso.	30
4.6.7. Cultura	30
4.7 Análisis de agua.....	30
4.7.1. Puntos de muestreo.....	30
4.7.2. Toma de muestras de agua	31
4.7.3. Aforo de caudal	32
4.7.4. Cálculo del caudal.	32
4.7.5. Recolección y conservación de muestras.	33
4.7.6. Análisis <i>in situ</i>	33
4.7.6.1. Oxígeno disuelto.	34
4.7.6.2. Potencial Hidrógeno.....	34
4.7.6.3. Temperatura.	35
4.7.7. Análisis de laboratorio.....	35
4.7.7.1. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅).....	35
4.7.7.2. Demanda Química de Oxígeno (DQO).....	36
4.7.7.3. Fosfatos	37
4.7.7.4. Nitratos.....	38
4.7.7.5. Sólidos disueltos totales	39
4.7.7.6. Coliformes Fecales.....	40

4.7.8. Metodologías para parámetros físicos, inorgánicos, microbiológicos	42
4.8. Análisis de datos.....	43
4.8.1. Índice de calidad del agua.	43
4.8.1.1. Desarrollo e interpolación de datos.....	43
4.8.1.2. Estimación de la calidad de agua.	44
4.8.1.3. Interpretación del Valor del índice de calidad de agua.	44
4.9. Análisis de suelo.....	45
4.9.1. Puntos de muestreo de suelo	45
4.9.2. Toma de muestras de suelo	45
4.9.2.1 Recolección y conservación de muestras.....	46
4.9.3. Análisis <i>in situ</i>	46
4.9.3.1. Textura del Suelo	46
4.9.3.2. Plasticidad	46
4.9.3.3. Consistencia	47
4.9.3.4. Firmeza.....	47
4.9.4. Análisis en el Laboratorio.	47
4.9.5. Análisis de datos.....	48
4.10. Metodología de Bronfenbrenner.....	49
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
5.1. Ubicación y delimitación.....	50
5.2. Método.....	51
5.3. Área y perímetro.....	51
5.4. Tasa de deforestación	51
5.4.1 Datos de deforestación según mapas.....	52
5.5. Análisis ambiental	52
5.5.1. Factores abióticos	52
5.5.1.1. Precipitación.....	52
5.5.1.2. Temperatura	52
5.5.1.3. Pendientes de suelo	53
5.5.1.4. Uso actual del suelo	53
5.5.1.5. Erosión del suelo	54

5.5.1.6. Uso potencial del suelo	54
5.5.2. Factores bióticos	55
5.5.2.1. Flora	55
5.5.2.2. Fauna	57
5.5.2.3. Especies en la lista roja de la UICN.....	58
5.6. Análisis Socioeconómico	59
5.6.1. Demografía.....	59
5.6.2 Educación	60
5.6.3. Salud.....	64
5.6.4. Servicios básicos	67
5.6.4.1. Energía eléctrica.....	67
5.6.4.2. Alumbrado público	67
5.6.4.3. Agua potable	67
5.6.4.4. Recolección de aguas servidas	67
5.6.4.5. Recolección de basura.....	68
5.6.5. Actividades económicas	68
5.6.6. Vías de acceso	70
5.6.7. Cultura.....	71
5.7. Análisis de suelo.....	89
5.7.1. Análisis <i>In situ</i>	89
5.7.1.1. pH.....	89
5.7.1.2. Conductividad	89
5.7.1.3. Textura de Suelo	90
5.7.2. Análisis de Laboratorio	91
5.7.2.1 Granulometría	91
5.7.2.2. Características del suelo.....	93
5.8. Modelo de gestión ambiental.....	93
5.8.1. Introducción.....	94
5.8.2. Metodología.....	94
5.8.3. Objetivos	96
5.8.3.1. Objetivo general	96

5.8.3.2. Objetivos específicos	96
5.8.4. Matriz para el modelo de gestión ambiental por cada parámetro.....	97
5.8.5. Programas	104
5.8.5.1. Educación ambiental	104
5.8.5.2. Cuidado del agua y suelo	105
5.8.5.3. Gestión integral de residuos solidos.....	106
5.8.6. Seguimiento y evaluación	107
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	109
6.1. Conclusiones.....	109
6.2. Recomendaciones	110
7. BIBLIOGRAFÍA	112
8. ANEXOS	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Franja de Protección de vertientes</i>	7
Tabla 2. <i>Materiales y equipos para la delimitación</i>	24
Tabla 3. <i>Coordenadas UTM WGS84 Zona17S, delimitación.</i>	24
Tabla 4. <i>Delimitación histórica de la zona de estudio</i>	26
Tabla 5. <i>Coordenadas de puntos de muestreo</i>	31
Tabla 6. <i>Materiales y equipos utilizados en los análisis in situ y muestreo de agua</i>	33
Tabla 7. <i>Equipos, materiales y reactivos para la medición de DBO₅.</i>	35
Tabla 8. <i>Equipos, materiales y reactivos para la medición de DQO.</i>	36
Tabla 9. <i>Equipos, materiales y reactivos para la medición de fosfatos.</i>	37
Tabla 10. <i>Equipos, materiales y reactivos para la medición de nitratos.</i>	38
Tabla 11. <i>Equipos, materiales y reactivos para la medición de solidos disueltos totales.</i>	39
Tabla 12. <i>Metodologías para los parámetros físicos, inorgánicas y pruebas de tratabilidad</i>	43
Tabla 13. <i>Clasificación del "ICA-NSF"</i>	44
Tabla 14. <i>Coordenadas de puntos de muestreo de suelo.</i>	45
Tabla 15. <i>Área y perímetro del Bosque Protector Umbría</i>	51
Tabla 16. <i>Tasa de deforestación del Bosque Protector Umbría</i>	51
Tabla 17. <i>Pendiente de suelo</i>	53
Tabla 18. <i>Uso actual de suelo</i>	54
Tabla 19. <i>Erosión del suelo.</i>	54
Tabla 20. <i>Uso potencial del suelo</i>	55
Tabla 21. <i>Especies arbóreas existentes en el Bosque Protector umbría</i>	55
Tabla 22. <i>Especies arbustivas existentes en el Bosque Protector umbría</i>	56

Tabla 23. <i>Especies que constan en la lista roja de la UICN.</i>	57
Tabla 24. <i>Mamíferos existentes en el Bosque Protector Umbría.</i>	57
Tabla 25. <i>Aves existentes en el Bosque Protector Umbría.</i>	58
Tabla 26. <i>Especies que constan en la lista roja de la UICN</i>	58
Tabla 27. <i>Ubicación de establecimientos educativos</i>	61
Tabla 28. <i>Establecimiento de Salud</i>	64
Tabla 29. <i>Productos que se producen en el Bosque Protector Umbría y sus inmediaciones.</i>	70
Tabla 30. <i>Bienes con el que cuenta el barrio Umbría</i>	71
Tabla 31. <i>Puntos de muestreo para el análisis de la calidad de agua por el ICA-NSF</i>	72
Tabla 32. <i>Medición de caudal</i>	72
Tabla 33. <i>Valores obtenidos de oxígeno disuelto</i>	73
Tabla 34. <i>Valores obtenidos de pH</i>	74
Tabla 35. <i>Valores obtenidos de variación de temperatura</i>	75
Tabla 36. <i>Valores obtenidos DBO₅</i>	76
Tabla 37. <i>Valores obtenidos de fosfatos</i>	77
Tabla 38. <i>Valores obtenidos de nitratos</i>	78
Tabla 39. <i>Valores obtenidos de SDT</i>	79
Tabla 40. <i>Valores obtenidos de coliformes fecales</i>	80
Tabla 41. <i>Tabla de resultados ICA-NSF</i>	81
Tabla 42. <i>Comparación entre la legislación y valores obtenidos en laboratorio</i>	82
Tabla 43. <i>pH del Suelo</i>	89
Tabla 44. <i>Conductividad</i>	89
Tabla 45. <i>Textura de Suelo en campo intervenido por agricultura</i>	90

Tabla 46. <i>Textura de Suelo en campo intervenido por ganadería</i>	90
Tabla 47. <i>Textura de Suelo en campo No Intervenido</i>	91
Tabla 48. <i>Cálculo para la granulometría de suelo</i>	91
Tabla 49. <i>Clasificación de la granulometría de suelo</i>	92
Tabla 50. <i>Características de un Suelo Franco Arenoso</i>	93
Tabla 51. <i>Matriz para el modelo de gestión ambiental parámetro ambiental</i>	97
Tabla 52. <i>Matriz para el modelo de gestión ambiental parámetro económico</i>	100
Tabla 53. <i>Matriz para el modelo de gestión ambiental parámetro político</i>	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Diagrama de sistemas ecológicos Bronfenbrenner</i>	21
Figura 2. <i>Delimitación del Bosque Protector Umbría</i>	26
Figura 3. <i>Ubicación del Bosque Protector Umbría</i>	50
Figura 4. <i>Representación de los habitantes por Género</i>	59
Figura 5. <i>Porcentaje de habitantes menores de 18 años</i>	60
Figura 6. <i>Representación porcentual del estado civil de los habitantes</i>	60
Figura 7. <i>Nivel de instrucción</i>	61
Figura 8. <i>Porcentaje de Analfabetismo</i>	62
Figura 9. <i>Establecimiento educativo</i>	63
Figura 10. <i>Servicios de Internet Fijo</i>	63
Figura 11. <i>Herramientas para clases virtuales</i>	64
Figura 12. <i>Porcentaje de Enfermedades</i>	65
Figura 13. <i>Porcentaje de discapacidades</i>	66
Figura 14. <i>Porcentaje de asegurados</i>	66
Figura 15. <i>Sistema de recolección de aguas servidas</i>	68
Figura 16. <i>Profesión u Ocupación</i>	69
Figura 17. <i>Estabilidad en el Trabajo</i>	69
Figura 18. <i>Resultados de oxígeno disuelto</i>	74
Figura 19. <i>Resultados de la variación de pH</i>	75
Figura 20. <i>Resultados de la variación de temperatura</i>	76
Figura 21. <i>Resultados de la DBO₅</i>	77
Figura 22. <i>Resultados de fosfatos</i>	78

Figura 23. <i>Resultados de nitratos</i>	79
Figura 24. <i>Resultados de SDT</i>	80
Figura 25. <i>Resultados de coliformes fecales</i>	81
Figura 26. <i>Resultados del Índice de calidad del agua</i>	82
Figura 27. <i>Comparación pH</i>	83
Figura 28. <i>Comparación turbidez</i>	84
Figura 29. <i>Comparación oxígeno disuelto</i>	85
Figura 30. <i>Comparación de temperatura</i>	86
Figura 31. <i>Comparación de Demanda Bioquímica de oxígeno</i>	86
Figura 32. <i>Comparación de nitratos</i>	87
Figura 33. <i>Comparación de solidos disueltos totales</i>	88
Figura 34. <i>Comparación de coliformes fecales</i>	88
Figura 35. <i>Triangulo de Textura de Suelo</i>	92
Figura 36. <i>Bosque Protector Umbría</i>	144
Figura 37. <i>Zonas deforestadas externas</i>	144
Figura 38. <i>Zonas deforestadas internas</i>	145
Figura 39. <i>Terrenos privados al interior del bosque</i>	145
Figura 40. <i>Sobre vuelo con dron</i>	146
Figura 41. <i>Vertiente natural</i>	147
Figura 42. <i>Tanque de captacion en la vertiente natural</i>	147
Figura 43. <i>Ojo de agua</i>	148
Figura 44. <i>Tanque de captación del ojo de agua</i>	148
Figura 45. <i>Medición de caudal</i>	149

Figura 46. <i>Muestras de agua</i>	149
Figura 47. <i>Análisis de campo para agua</i>	150
Figura 48. <i>Planta de tratamiento de agua potable</i>	150
Figura 49. <i>Muestreo de suelo</i>	151
Figura 50. <i>Análisis de campo para suelo</i>	151
Figura 51. <i>Análisis de laboratorio medición de DQO</i>	152
Figura 52. <i>Análisis de coliformes fecales</i>	152
Figura 53. <i>Equipo de filtración por membrana</i>	153
Figura 54. <i>Muestras incubadas</i>	153
Figura 55. <i>Tamiz para pruebas de granulometría</i>	154
Figura 56. <i>Equipo para determinación granulométrica</i>	154
Figura 57. <i>Muestra de suelo tamizada</i>	155
Figura 58. <i>Visita de campo en compañía de miembros de la junta de agua</i>	155
Figura 59. <i>Intervención agrícola</i>	156
Figura 60. <i>Daños a la flora del Bosque protector</i>	156
Figura 61. <i>Deforestación al interior del bosque</i>	157
Figura 62. <i>Intervención ganadera</i>	157

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Mapa Ubicación del bosque protector Umbría</i>	121
Anexo 2. <i>Mapa Delimitación del Bosque Protector Umbría</i>	122
Anexo 3. <i>Mapa Bosque Protector Umbría 1969</i>	123
Anexo 4. <i>Mapa Bosque Protector Umbría 2002</i>	124
Anexo 5. <i>Mapa Bosque Protector Umbría 2012</i>	125
Anexo 6. <i>Mapa Bosque Protector Umbría 2020</i>	126
Anexo 7. <i>Mapa comparativo de pérdida de vegetación en el bosque protector umbría.</i>	127
Anexo 8. <i>Mapa de Isoyetas</i>	128
Anexo 9. <i>Mapa de Isotermas</i>	129
Anexo 10. <i>Mapa de Pendientes</i>	130
Anexo 11. <i>Mapa de Curvas de nivel</i>	131
Anexo 12. <i>Mapa Uso actual de suelo</i>	132
Anexo 13. <i>Mapa Susceptibilidad de erosión</i>	133
Anexo 14. <i>Mapa Uso potencial del suelo</i>	134
Anexo 15. <i>Mapa Casas aledañas a la zona de estudio</i>	135
Anexo 16. <i>Mapa Establecimientos educativos</i>	136
Anexo 17. <i>Mapa Establecimientos de salud</i>	137
Anexo 18. <i>Mapa Vías de acceso al Bosque protector Umbría</i>	138
Anexo 19. <i>Mapa Puntos de muestreo de agua</i>	139
Anexo 20. <i>Mapa Puntos de muestreo de suelo</i>	140
Anexo 21. <i>Perfil de elevación</i>	141
Anexo 22. <i>Formato de encuesta</i>	142

RESUMEN

La presente investigación se desarrolla en los límites del Bosque Protector Umbría ubicado en la parroquia de Aloasí la cual consiste en la elaboración y diseño de un modelo de gestión ambiental nuevo e innovador fundamentado en la teoría ecológica de Bronfenbrenner la cual nos permite conocer la conducta de los individuos y sus interacciones dentro de diferentes contextos denominados sistemas en donde cada uno de estos niveles contiene al anterior de menor rango, entre estos tenemos: el microsistema, mesosistema, exosistema y macrosistema.

Para conocer la situación real a la cual se enfrenta la zona de estudio se procedió a realizar encuestas a la población, análisis de la calidad de agua y suelo además de conocer el contexto social, político, cultural y ambiental del lugar.

El modelo de gestión entregado como producto final, plantea alternativas sostenibles relacionadas con el uso del agua, suelo y energía, el manejo adecuado de los ecosistemas y la conservación y preservación de la biodiversidad priorizando la educación ambiental y teniendo como eje fundamental a cada uno de los habitantes de la comunidad y sus directivos. En dicho modelo se detallan las matrices de problemas, estrategias, programas y metas los cuales ayudaran a mejorar el cuidado y preservación del bosque protector Umbría y sus recursos hídricos.

Palabras clave: Sistemas Bronfenbrenner, gestión ambiental, bosque protector, recursos hídricos

ABSTRACT

The present investigation is developed in the limits of the Umbria Protective Forest located in the parish of Aloasí which consists of the elaboration and design of a new and innovative environmental management model based on the ecological theory of Bronfenbrenner which allows us to know the behavior individuals and their interactions within different contexts called systems where each of these levels contains the previous one with a lower rank, among these we have: the microsystem, mesosystem, exosystem and macrosystem.

To know the real situation the study area, surveys of the population, analysis of water and soil quality were carried out in addition to knowing the social, political, cultural and the environment context of place.

The management model delivered as a final product, proposes sustainable alternatives related to the use of water, soil and energy, the proper management of ecosystems and the conservation and preservation of biodiversity, prioritizing environmental education and having as a fundamental axis each one of the inhabitants of the community and its directors. In this model the matrix of problems, strategies, programs, and goals are detailed, which will help to improve the care and preservation of the Umbrian protective forest and its water resources.

Keywords: Bronfenbrenner systems, environmental management, protective forest, water resources

1. INTRODUCCIÓN

El bosque protector Umbría cuenta con una alta biodiversidad ya que contiene bastos recursos naturales en su ecosistema como son: terrenos fértiles y fuentes de agua natural. Situado entre las parroquias de Aloasí y Chaupi, fue creado mediante Resolución Ministerial No.24 del 18 de abril de 1994 e inscrito en el Registro Oficial No. 472 del 29 de junio de 1994, con una superficie de 1527 ha. Considerado como último remanente de bosque alto andino del flanco oriental del volcán Corazón alberga gran cantidad de especie autóctonas andinas y una amplia biodiversidad con una conservación entre media y alta; con fuentes de agua naturales que emergen de las entrañas del volcán. (Carapaz, 2012). Este recurso hídrico es considerado como fuente primordial, para la actividad económica de una comunidad para que esta comience a desarrollarse; por tal motivo juega un papel representativo.

Según (Campaña, 2015) , la mayor problemática presente en esta área es el componente biofísico, su relieve, uso de suelo y agua. En donde se encuentra suelos con alto potencial agrícola, utilizados para zonas agropecuarias y cursos de agua natural; observando un deterioro paulatino por el escaso control sobre el sistema de áreas protegidas; como pérdida de cobertura vegetal, quema y tala de bosque, pajonales y asentamiento poblacional. Otro componente afectado es el recurso hídrico, en esta zona se encuentran manantiales naturales procedentes de los páramos del volcán Corazón, hallando cursos de agua desviados de su fuente natural con tres puntos de captación para agua potable y otras para riego del sector agropecuario.

El motivo de esta investigación será establecer con precisión los mecanismos técnicos a través de un modelo de gestión ambiental apegado a los lineamientos ecológicos de los sistemas

de Bronfenbrenner en donde evalúa la interacción entre lo económico, político-cultural y ambiental que actúan dentro de un ecosistema.

Para el desarrollo de la investigación, se tomará en cuenta herramientas de georreferenciación a través de imágenes captadas por Dron como información geográfica, análisis de laboratorio para determinar el estado actual del área de bosque protector y pérdida de ecosistema, datos de lineamientos gubernamentales frente a la protección del bosque, así como componentes socioculturales y económicos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Diseñar un modelo de gestión ambiental basado en la teoría ecológica de los sistemas de Bronfenbrenner para la conservación del recurso hídrico del bosque protector umbría en la parroquia Aloasí.

2.2. Objetivo Específicos

- Diagnosticar el estado de calidad ambiental del área de estudio establecida en el Bosque Protector Umbría.
- Evaluar la pérdida del Ecosistema del Bosque Protector Umbría que ha sido intervenido por la comunidad.
- Plantear propuestas sostenibles para el cuidado del recurso hídrico dentro del bosque protector Umbría.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Bosque Protector

Según el (Ministerio del Ambiente, 2015, pág. 5) se considera como bosque protector

Afirma:.

Son aquellas formaciones arbóreas, arbustivas o herbáceas, vegetales, naturales o cultivadas de dominio público o privado, que se localicen en cuencas hidrográficas o en zonas que, por sus condiciones climáticas, edáficas e hidrias, no son aptas para la agricultura o la ganadería porque tienen como función la conservación de flora, fauna silvestre, agua y suelo

3.1.1. Características para ser un Bosque Protector

Se consideran bosques y vegetación protectores aquellas formaciones que cumplan con los siguientes requisitos:

Afirma:

- a) Tener como función principal la conservación del suelo y la vida silvestre.
- b) Estar situados en áreas que permitan controlar fenómenos pluviales torrenciales o la preservación de cuencas hidrográficas, especialmente en las zonas de escasa precipitación pluvial.
- c) Ocupar cejas de montaña o áreas contiguas a las fuentes, corrientes o depósitos de agua.
- d) Constituir cortinas rompe vientos o de protección del equilibrio del medio ambiente.
- e) Hallarse en áreas de investigación hidrológico-forestal) Estar localizados en zonas estratégicas para la defensa nacional.

- f) Constituir factor de defensa de los recursos naturales y de obras de infraestructura de interés público. (Código Orgánico Ambiental, 2018, pág. 10)

3.1.2. Importancia de los Bosques Protector

Los bosques protectores funcionan como un sistema complementario de conservación de la biodiversidad terrestre continental del Ecuador (Ganzenmüller, Riofrío, & Baquero, 2010).

(Gallardo y Castillo, 2018) Afirma

Son esenciales para mantener áreas biológicamente viables en el mediano y largo plazo, cumple un papel sustancial en la conservación *in-situ* de la biodiversidad, ya sea funcionando como áreas protegidas o actuando como zonas de amortiguamiento o corredores ecológicos. Permite mantener ecosistemas críticos de especies amenazadas o en peligro de extinción

3.1.3. Bosque protector en el Ecuador

“En el Ecuador existen 202 BVP, de los cuales 169 se encuentran georreferenciados, los mismos que abarcan una superficie de 2’425.002,9 hectáreas, que representa el 9,72% del territorio nacional”. (Fernández C. , 2016, pág. 23)

Afirma:

Los Bosques y Vegetación Protectora se encuentran distribuidos como: Estatal con un 41%, propiedad mixta (estatal y privado) con un 10%, propiedad privada representa el 48% y la propiedad comunitaria con un 1%.

Según el mapa de cobertura y uso de la tierra del año 2016 a escala 1:100.000, de los 169 BVP, 95 BVP tienen más del 75% de vegetación natural (bosque nativo, páramo,

vegetación arbustiva y herbácea), 30 BVP tienen entre 50% a 75% y 44 BVP tienen un porcentaje menor al 50%. (Fernandez C. , 2016, pág. 23)

3.1.4. Biodiversidad y Conservación.

3.1.4.1. Conservación de la biodiversidad bajo el régimen privado.

Para la preservación de espacios o áreas categorizadas como protegidas por El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) y el Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE).

“En el régimen privado se realiza en predios de propietarios que manifiestan su deseo de proteger, rehabilitar, fomentar y usar racionalmente los recursos naturales renovables, y utilizar sustentablemente los recursos naturales que se hallan en los mismos” (Heredia y Pastrami, 2016, pág. 16)

“Cuando Las figuras de derecho privado son contratos o convenios en los que no interviene el Estado, sino que se perfeccionan por la simple voluntad de las partes. Así es el caso de un arrendamiento, un comodato, etc.” (Heredia y Pastrami, 2016, pág. 16)

3.1.4.2. Criterios para establecer una zona de protección permanente.

Son criterios con características definidas y establecidas.

Afirma:

1. Áreas ubicadas en pendientes superiores al 100% (45°).
2. Áreas ubicadas a lo largo de ríos, de quebradas, de ojos de agua o de cualquier curso de agua permanente o intermitente, de acuerdo con la siguiente escala.

Tabla 1.
Franja de Protección de vertientes

Ancho de río, de quebrada o de cualquier curso de agua, en metros	Ancho mínimo de zona o franja de protección permanente a cada lado del curso de agua, en metros
Hasta 3	20
Entre 3 y 6	30
Más de 6	50

Nota. En la tabla se muestra los metros de franja de protección para vertientes. Tomado de (MAE, 2015)

3. Áreas ubicadas alrededor de los ojos de agua, lagos, lagunas, reservorios y represas; naturales o artificiales, en franja paralela al margen con un ancho mínimo de 40 m en función del área.

4. Áreas cubiertas de bosques nativos con presencia de especies endémicas o en peligro de extinción, así declaradas por el Ministerio del Ambiente. En caso de que estas áreas se encuentren severamente intervenidas deberán ser destinadas a rehabilitación o restauración.

5. Áreas que, según los estudios biológicos, son hábitat de poblaciones de fauna o flora amenazadas de extinción. Para referencia de este numeral, se tomará en cuenta:

a) Las especies listadas en los Libros Rojos de especies amenazadas del Ecuador y las de referencia en las Listas Rojas de UICN.

b) Las especies listadas en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de especies amenazadas de flora y fauna silvestres, CITES.

c) Las especies listadas en los apéndices de la Convención sobre la Protección de las Especies Migratorias, CMS.

d) Otros estudios específicos efectuados y publicados por Universidades o Institutos académicos o científicos.

6. Áreas que contienen sitios de valor cultural, histórico o arqueológico.

7. Áreas con árboles identificados como semilleros de acuerdo con la Norma de Semillas Forestales.
8. Áreas que hayan sido declaradas como tales por interés público.
9. Áreas que el propietario o poseionario decida mantener bajo esa categoría (Ministerio del Ambiente, 2015, pág. 34).

3.1.4.3. Ecosistema

Según (Droege, 2015). Es un Sistema formado por un conjunto de especies que estudia las integraciones entre organismos como: plantas, animales, hongos, bacterias en un área determinada y el medio biótico y abiótico.

3.1.4.3.1. Recursos Naturales

Son aquellos elementos, materiales y tipos de energías que se encuentran en estado natural, que contribuye al desarrollo y bienestar de los seres vivos, cubriendo necesidades biológicas (Londoño, 2016).

3.1.4.3.2. Recursos Hídricos

Según (Valladares, 2014). Son cuerpos o depósitos de agua en distintos estados físicos como: océanos, ríos, lagunas, lagos y arroyos potencialmente disponibles, en calidad y cantidad en un determinado lugar en tiempo apropiado para satisfacer una demanda.

3.1.5. Deforestación

Según la (SENPLADES, 2015). Es un proceso de conversión antrópica provocado por el hombre en donde se desbroza la superficie forestal destinada para uso agrícola, ganadero o con fines productivos.

3.1.5.1. Tasa de deforestación

“Razón de pérdida del bosque en determinada área cubierta por bosque en la misma región en dos épocas diferentes” (Montenegro, et al. 2015, pág. 54)

3.1.5.2. Área de bosque inicial

“Es una medida de una superficie expresada en hectáreas, que indica las condiciones de un bosque en un periodo determinado” (Montenegro, et al. 2015, pág. 54)

3.1.5.3. Área de bosque final

“Es una medida de una superficie expresada en hectáreas, que indica las condiciones de un bosque después de un periodo de tiempo” (Montenegro, et al. 2015, pág. 54)

3.2. Área de estudio

Espacio que se establece para realizar cualquier tipo de análisis, construcción o investigación, donde se toma en cuenta todas las características del área como su cartografía, topografía, relieve, componentes biofísicos, geológico y abióticos para su posterior delimitación como primordial identificando la ubicación (Lopez y Piñeda, 2017).

3.2.1. Mapa Cartográfico

Son representaciones graficas que se encargan de la representación relativamente de grandes extensiones de territorio como países o continentes a pequeña escala también se caracterizan porque pueden incluir regiones, fronteras políticas, etc. Buscando una relación en donde los relieves sean reconocidos en plano 2D. (Falconi, 2012)

3.2.1.1. Imágenes Satelitales

Es una fotografía obtenida por un sensor instalado a bordo de un satélite artificial que por medio de la radiación electromagnética emitida o reflejada por un cuerpo celeste el cual es transmitido a estaciones terrestres para su visualización, análisis y procesamiento. En el cual se

encuentra una muestra geografía de un determinado territorio captación de ondas o algún fenómeno significativo registrado en la tierra (Belarcos, 2018).

3.2.1.2. Tipos de Imágenes Satelitales

Según (Aguilar, et al. 2015). Estos cumplen con una amplia gama según el tipo de sensor, resolución espacial, información espectral y de la finalidad de captación con el que fue creado.

3.2.1.3. Sensor Landsat TM

Son excelentes para aplicarlo en cubrimiento del suelo, sus imágenes son multiespectrales generando mucha información, ideales para proyectos o investigaciones ambientales ya que cuenta con un ancho de banda de 7 específicamente para trabajos geológicos con un tamaño de imagen de 185x185 Km abierto en 16 días (Aguilar, et al. 2015).

3.2.1.4. Sensor Ikonos

Son esenciales para mapeo base, aplicaciones GPS y visualización. Utilizados para planificaciones urbanas, en programas como el sistema GIS, para infraestructura o vías para transporte, recursos naturales y usos de suelo. Tamaño de imagen 100x100 Km (Aguilar, et al. 2015).

3.2.1.5. Sensor Iris

Ofrece un mayor cubrimiento del área ya que dispone de una alta resolución multiespectral, útiles para mapeo de planificación urbana, infraestructura, para estudios regionales o para nivel continental (Aguilar, et al. 2015).

3.2.2. Sistema de información geográfica

Según (Reino, 2014). Sistema de composición organizada de software, hardware y datos geográficos que permite recopilar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada, Organizada por medio de capas mediante mapas o

escenas en 3D generando patrones, relaciones y situación del área con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión geográfica.

3.3. Factores bióticos

Es toda población o conjunto de seres vivos de la misma especie que ocupan un mismo habitat específica en donde sus interacciones serán vitales para su supervivencia y reproducción, organizándose por cadenas tróficas según su biología. (Vanegas, 2018)

3.3.1. Fauna

Son aquellos organismos que se encuentran sujetos a procesos evolutivos naturales en donde se van desarrollando en total libertad en un habitat, tomando en cuenta que dentro de este grupo entran poblaciones pequeñas o grandes que han tenido interacción con el hombre siendo los individuos domesticados (Manzano, 2014).

3.3.2. Flora

Conjunto de especies vegetales que pueden ser endémicas, autóctonas e invasoras como: flores, arbustos, arboles, plantas, bacterias y hongos que se ubican en una zona geográfica específica en ciertas épocas del año (Cunya y Velásquez, 2016).

3.4 Factores Abióticos

Son componentes no vivos que forman parte de un ecosistema que juegan una interacción importante con los organismos vivos determinando la disponibilidad de recursos naturales esenciales para la supervivencia (Fernandez, et al. 2013).

3.4.1. Factores Climáticos

Son todos los agentes meteorológicos que cambian el estado del clima, dependiendo su interacción, intensidad o presencia predominando el viento, temperatura, humedad, presión atmosférica, relieve y precipitación (NORIEGA, 2016).

3.4.2. Factores Edáficos

Son las condiciones que se encargan del estudio de la composición, propiedades y naturaleza del suelo ya sea física, química o biológica que influye en el desarrollo de microorganismos y organismos (Bedriñana, 2014).

3.4.3. Factores Hidrológicos

Son todos los elementos que se encargan de la distribución, circulación, propiedades físicas, mecánica y químicas de cualquier formación en donde se pueda retener, caer o captar el agua tanto dulce como salada (Muela, 2017).

3.4.4. Factores Químicos

Son todos los componentes que tienen relación con la materia y las múltiples reacciones que se generan cuando tienen interacción con el ecosistema como el pH (Zhunio, 2017).

3.4.5. Factores Geomorfológicos

Conjunto de formas que se encuentra en el área superficial de la tierra ya que esta presenta diversos relieves y estructuras que han ido cambiando a largo del tiempo, al encontrarse en la capa terrestre (Vizcaíno, 2017).

3.4.6. Factores Culturales y Socioeconómicos

Son aquellos en donde se engloban todas las actividades realizadas por el hombre, donde se evalúan aspectos como el desarrollo demográfico, económico, infraestructura, salud, organización social y costumbres culturales que van creando dentro de una comunidad (Rodríguez, 2012).

3.5. Hidrología

Según (Mecca, 2018). Es aquella ciencia que estudia la ocurrencia, distribución, circulación, mecánica, morfología, dinámica, propiedades químicas y físicas del agua en un espacio temporal donde se encuentra agua subterránea, superficial y oceánica.

3.5.1. Caudal

Según (Ordoñez y Pelaez, 2015). Es un flujo con un cierto volumen de agua que atraviesa un área determinada en un lapso de tiempo específico.

3.5.1.1. Medición de Caudal

Es la encargada de establecer los métodos y puntos claves para un manejo eficiente del recurso hídrico cuando se toma para algún estudio en específico teniendo en cuenta su extracción, distribución y conducción (Ordoñez y Pelaez, 2015).

3.5.1.2. Método Volumétrico

Método útil para caudales considerados pequeños a medianos, siendo una medición directa en donde se mide el tiempo trascurrido en llenar un recipiente con un volumen conocido (Ordoñez y Pelaez, 2015).

3.5.1.3. Método Velocidad Superficie

Método considerado sencillo ya que mide el tiempo que tarda un cuerpo flotante en circular cuando este se encuentra en una corriente en descenso (Ordoñez y Pelaez, 2015).

3.5.2. Muestreo de agua

Conjunto de métodos para la recolección de datos que permite evaluar la calidad del agua ya sea en cursos de agua superficial o subterránea (INEN 2176, 2013).

3.5.2.1. Índice de la Calidad de Agua (ICA-NSF)

Método utilizado para determinar, identificar y medir las alteraciones formadas por la contaminación que alteran la calidad del agua, en un cuerpo superficial o subterráneo que ha cambiado a lo largo del tiempo, sus datos son representados por porcentaje (Alvarado y Calle, 2016).

3.5.3. Parámetros Químicos

3.5.3.1. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)

Según (Sanchez, et al. 2012, pág. 8). “Cantidad de oxígeno que requieren las bacterias en condiciones aerobias durante 5 días a 20°C para estabilizar la materia orgánica presente en cualquier cuerpo de agua realizada por microorganismos” (Pag.8).

3.5.3.2. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Según (Sanchez, et al. 2012, pág. 6). “Cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua mediante un agente químico oxidante fuerte establecido” (pág. 6).

3.5.3.3. Fosfatos

Según (Alvarado y Calle, 2016). Son sales con un átomo de fosforo con cuatro átomos de oxígeno siendo un nutriente necesario para el crecimiento de plantas y animales.

3.5.3.4. Nitratos

Compuesto inorgánico formado por un átomo de nitrógeno y tres de oxígeno dado por la combinación entre nitrógeno y oxígeno, siendo el más oxidado del nitrógeno presente en el agua o como proteínas metabolizado por animales y plantas (Alvarado y Calle, 2016).

3.5.3.5. Oxígeno Disuelto

Es la cantidad de oxígeno molecular disgregado en el agua, necesario para el desarrollo de ecosistemas acuáticos, donde sus concentraciones varían por la temperatura, altura y salinidad (Alvarado y Calle, 2016).

3.5.3.6. Potencial Hidrógeno (pH)

Modela la cantidad de concentración de ion hidrogeno presente en el agua, representada por una escala logarítmica inversa del ion hidrogeno. Los rangos para aguas naturales van desde 4 siendo ácido y 9 siendo básico influenciado por elementos como bicarbonatos, carbonatos y metales alcalinos (Alvarado y Calle, 2016).

3.5.4. Parámetros Físicos

3.5.4.1. Sólidos Disueltos Totales

Parámetro que presenta cantidades de materia orgánica disuelta de forma molecular con un tamaño menor a 1,5 micrómetros en el agua, transportadas por acción de soporte y arrastre que produce las corrientes de los afluentes (Tene y Gomez, 2017).

3.5.4.2. Turbidez

Claridad que presenta el agua ya que puede contener partículas suspendidas, interviniendo en el paso de luz para microorganismos aerobios, representado en unidades nefelométricas (Tene y Gomez, 2017).

3.5.4.3. Temperatura

Parámetro importante para el desarrollo de la actividad acuática, ya que interviene en la velocidad de reacciones influenciando en la cantidad de oxígeno presente en el agua (Tene y Gomez, 2017).

3.5.5. Parámetros Microbiológicos

3.5.5.1. Coliformes Fecales

Microorganismos patógenos indicador de contaminación en el agua, representada por el grupo de bacterias *Escherichia Coli* con un periodo de incubación de 24 horas. (Tene y Gomez, 2017).

3.5.6. Calidad de Agua

Componente que describe las propiedades naturales físicas, químicas y biológicas del agua según su composición, estructura y distribución, donde a mayor calidad en el cuerpo de agua mejor será sus nutrientes y biodiversidad. (Changon y Peralta, 2018)

3.6. Análisis del Suelo

3.6.1. Muestreo del Suelo

Conjunto de métodos necesarios para la conservación de propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo para ser evaluadas, determinando el estado actual al que está sometido (Lassaga, 2015).

3.6.2. Tipo de Muestreo

3.6.2.1. Método del Zigzag

Se selecciona un lote determinado en donde se requiera realizar la recolección de la muestra, consiste en trazar líneas en forma de zigzag con una distancia de 20 a 35 pasos desde un punto inicial hasta abarcar toda el área requerida, utilizada para la recolección de submuestras, donde se mezclan en una sola y se obtiene una muestra considerada como representativa (Espinoza, et al. 2017).

3.6.3. Parámetro Físicos del Suelo

3.6.3.1. Color

Según (Arteaga y James, 2014). Refleja la composición de las condiciones pasadas y presentes de óxido reducción que ha tenido el suelo definiendo la composición de la roca madre. Para determinarlo se utiliza un espectrofotómetro para laboratorio y la tabla de Munsell en campo.

3.6.3.2. Profundidad

Espacio donde las raíces penetran para adquirir agua y nutrientes necesarios para su desarrollo tendiendo, los suelos adecuados son los profundos y de buen drenaje donde existe una alta producción de cultivos (Arteaga y James, 2014).

3.6.3.3. Estructura

Forma en la que se agrupan las partículas fundamentales del suelo como limo, arcilla y arena para formar agregados, esta interfiere en el movimiento del agua, crecimiento de raíces, aireación y porosidad, determinándolos según el tipo de agregado y ubicación del horizonte del suelo (Arteaga y James, 2014).

3.6.3.4. Textura

Proporción relativa en donde se encuentra las partículas de arena, limo y arcilla, esencial para conocer toda practica de manejo del suelo y capacidad de uso, expresado en porcentaje (Arteaga y James, 2014).

3.6.3.4.1. Triangulo Textural

Escala grafica representada por líneas paralelas trazadas en forma de triángulo en porcentajes que designa la clase de la textura a la que pertenece el suelo como arena, limo y arcilla (Ciancaglini, 2013).

3.6.3.4.2. Método Tamizado

Técnica mecánica y física que consiste en separar partículas de densidades diferentes en una sola mezcla, en partículas de diferentes tamaños a través de un tamiz que contiene orificios de distintos tamaños llegando a determinar la granulometría presente en el suelo (Soto y Garay, 2015).

3.6.3.5. Consistencia

Firmeza con la que se unen las partículas presentes en el suelo, así como su resistencia a la deformación y ruptura después de aplicarle una cierta presión, necesario para conocer el tipo de maquinaria para la labranza con unidades en capacidad de cohesión y adhesión (Arteaga y James, 2014).

3.6.3.6. Densidad Aparente

Cantidad de masa o peso que hay en un cierto volumen de suelo sin compactar, sirve para calcular el peso de una hectárea para calcular el espacio poroso y calcular láminas de riego, expresado en gramos sobre centímetro cúbico (Arteaga y James, 2014).

3.6.3.7. Porosidad

Parte del suelo ocupado por aire o agua que repercute a propiedades físicas como la aireación y la capacidad de infiltración del agua, se expresa en porcentaje (Arteaga y James, 2014).

3.6.4. Parámetros Químicos

3.6.4.1. pH del Suelo

Según (Sandoval, et al. 2012, pág. 22). “Parámetro de medición de iones de hidrógeno presentes en el suelo determinando la acidez o alcalinidad siendo un indicador de propiedades químicas como la cantidad de nutrientes presentes” (Pag.122).

3.6.4.2. Conductividad

Mide la capacidad transportada de corriente eléctrica que contiene la solución suelo-agua producida por la cantidad de sales presentes en el suelo (Sandoval, et al. 2012, pág. 22)

3.6.4.3. Nutrientes

Conjunto de elementos necesarios para el desarrollo de plantas ya que involucra la cantidad de materia orgánica que contiene el suelo como el carbono, fosforo, nitrógeno, calcio, potasio según su solubilidad (Sandoval, et al. 2012, pág. 22)

3.6.5. Contaminación del Suelo

Según (Eugenio, et al. 2019). Se manifiesta cuando existe la presencia de sustancias con características y concentraciones altas de límites máximos permisibles establecidos, causando efectos perjudiciales para la biota, microorganismos y organismos.

3.7. Modelo de Gestión Ambiental

Conjunto de procesos que tiene como objetivo reducir impactos ambientales provocados por actividades humanas, consiguiendo un desarrollo sostenible con intereses económicos, sociales y políticos aplicados a nivel industrial o dentro de comunidades (Bocco, 2014).

3.7.1. Modelo ecológico de Bronfenbrenner en el medio ambiente.

Sistema ambiental basado en el progreso de los individuos, donde evalúa escenarios como lo económico, social y ambiental que se presentan en un ecosistema a través de los diferentes ambientes. Enfoca las causas sistemáticas que se mueve y que influyen consecuentemente a cambios en el desarrollo cognitivo, moral y racional de las personas, con el fin de que los miembros de la comunidad trabajen activamente para realizar acciones diferentes en su entorno.

El modelo ecológico, evalúa un escenario natural de la comunidad, con el fin de rediseñar el contexto que gira en torno a un problema social, de manera que un problema comunitario

especifico se altere a medida que el medio ambiente que lo contiene también se modifique. El modelo ecológico no solo se enfoca en los efectos sino también en las causas sistemáticas, ello con el fin de que los miembros de la comunidad reflexionen y trabajen activamente para realizar acciones diferentes, conozcan la complejidad de la comunidad como un todo a fin de identificar los talentos y recursos que todavía están presentes y fomentar el sentido de identidad comunitaria para desarrollar nuevas ideas de investigación y gestión ecológicas. (Roman, et al. 2012, pág. 34).

3.7.2. Sistemas de Bronfenbrenner

3.7.2.1. Microsistema

Sistema que se encarga de evaluar y determinar el nivel más cercano con el que interactúa una persona como la familia, círculo social, tipo de educación en el hogar, servicios básicos y tipo de religión, influyen en roles y relaciones que caracterizan los contextos cotidianos en los que el individuo se despliega, cómo va adquiriendo una formación de su personalidad considerado como entorno individual (Blanco, et al. 2013).

3.7.2.2. Mesosistema

Sistema que se encarga de evaluar, cuando las personas tienen una interacción de relación de dos o más entorno a los que están expuestos y participan a diario. Trabaja en conjunto con el microsistema ya que se amplía cuando la persona sitúa un nivel bajo con en el entorno; como ejemplo los conocimientos adquiridos en el hogar influyen en una decisión ya sea en la vida social, trabajo o conciencia ambiental, considerado como entorno social (Blanco, et al. 2013).

3.7.2.3. Exosistema

Contiene entornos donde la persona no participa directamente, pero si produce cambios que influyen en el ambiente que se va desarrollando como el tipo de comunidad por el que está

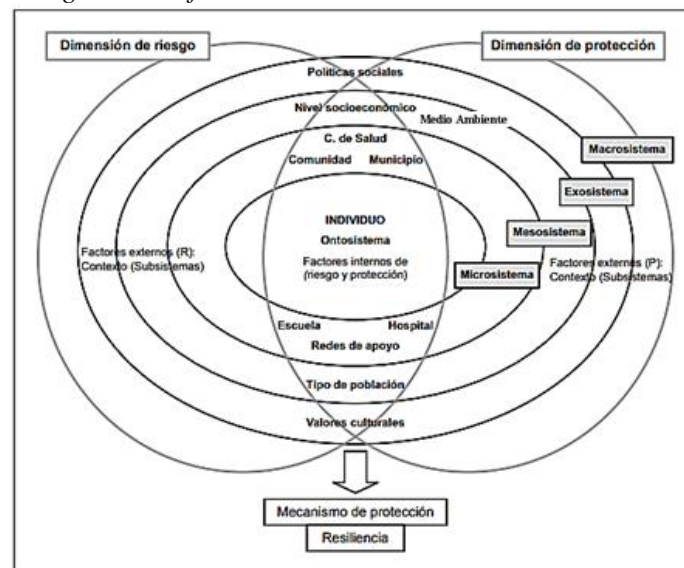
rodeado, el nivel económico al que está expuesto, las necesidades a las que está sometido y su equilibrio con el medio ambiente; Considerado como entorno económico y político (Blanco, et al. 2013).

3.7.2.4. Macrosistema

Sistema donde engloba todos los factores generados en una comunidad como clase social, grupo étnico, costumbres sociales e incluso reglas, normas y políticas; donde se determina el desarrollo de cada persona frente a los tipos de ecosistemas expuestos y su nivel de convivencia con el medio ambiente (Blanco, et al. 2013).

Figura 1.

Diagrama de sistemas ecológicos Bronfenbrenner



Nota. Se muestra el diagrama de interacciones entre sistemas ecológicos Bronfenbrenner Tomado de político (Blanco, Veragoz, & Uñan, 2013)

3.7.3. Modelo de Gestión Ambiental y Sistemas de Bronfenbrenner

Según (Scharler y Fath, 2013, pág. 12)

Afirma:

Las interacciones socio-ecológicas de dependencia hombre naturaleza, que contribuyen al bienestar de las personas y a las economías locales y nacionales, siendo de gran utilidad

para evidenciar la sustentabilidad del medio ambiente, definida como la capacidad de proveer, consistentemente y en el largo plazo, servicios ecosistémicos esenciales para mantener y mejorar el bienestar humano

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Recopilación de información

Se realizó el levantamiento de información respectivo mediante la aplicación de entrevistas y encuestas a la directiva de la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento “Barrios Occidentales” de la parroquia Aloasí y a los habitantes aledaños al Bosque protector Umbría dentro de un radio de 500 m, verificación de planes de ordenamiento de años anteriores y actuales.

A partir de la información obtenida se logró conocer la situación actual con respecto al consumo de agua, cuidado y preservación del bosque, situación social, económica y ambiental.

Para el desarrollo de la visita de campo se tuvo la asistencia de los miembros de la Junta y la población en general y realizar el reconocimiento de la zona de estudio y las fuentes de agua existentes. Posteriormente se determinó los puntos de muestreo de agua y suelo bajo normas estandarizadas mismas que son detalladas posteriormente

4.2. Ubicación y delimitación

El área de estudio se determinó con la ayuda de varias herramientas tecnológicas y digitales.

Para obtener una rápida apreciación de la zona de estudio se realizó un levantamiento fotográfico mediante una cámara digital Canon EOS rebel t6 y el dron DJI Phantom 4 el cual permitió conocer zonas de difícil acceso. La delimitación del perímetro del Bosque protector Umbría se realizó mediante un GPS tipo GIS para lo cual se tomaron 50 puntos con sus respectivas coordenadas las cuales posteriormente fueron procesadas mediante el software ARCGIS 10.5 y Google Earth Pro.

Tabla 2.*Materiales y equipos para la delimitación*

Material/Equipo	Cantidad
Cámara digital Canon EOS rebel t6	1 unidad
Dron DJI Phantom 4	1 unidad
Laptop Dell inspiron 5593	1 unidad

Nota. La tabla describe los materiales y equipos usados en la delimitación del territorio Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

En la Tabla 3 se describen las coordenadas UTM para la delimitación de la zona de estudio.

Tabla 3.*Coordenadas UTM WGS84 Zona17S, delimitación.*

Código	Latitud	Longitud	m.s.n.m
P1	763476,16	9938258,37	3470
P2	763412,25	9938179,13	3473
P3	763292,28	9938084,25	3483
P4	763179,87	9938136,49	3507
P5	763107,52	9938097,85	3509
P6	763048,69	9938067,17	3514
P7	763099,77	9938137,79	3517
P8	763192,05	9938158,81	3513
P9	763158,02	9938257,82	3540
P10	763148,29	9938342,33	3559
P11	763088,35	9938284,02	3555
P12	763053,81	9938387,7	3585
P13	763065,37	9938472,48	3597
P14	763126,14	9938475,93	3589
P15	763160,87	9938442,56	3573
P16	763190,78	9938474,45	3565
P17	763219,41	9938498,47	3557
P18	763195,37	9938558,27	3572
P19	763169,99	9938627,48	3584
P20	763147,22	9938752,76	3583
P21	763233,8	9938737,98	3564

Nota. La tabla representa las coordenadas para la delimitación de la zona de estudio. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

Coordenadas UTM WGS84 Zona17S, delimitación.

P22	763298,94	9938737,03	3549
P23	763364,53	9938743,28	3539
P24	763423,57	9938673,71	3511
P25	763503,36	9938644,54	3496
P26	763580,35	9938591,15	3480
P27	763649,18	9938549,22	3467
P28	763707,55	9938517,16	3466
P29	763686,62	9938488,95	3486
P30	763597,96	9938513,67	3494
P31	763524,16	9938490,15	3483
P32	763542,24	9938423,07	3474
P33	763577,15	9938378,07	3471
P34	763537,51	9938326,12	3476
P35	763515,01	9938328,07	3473
P36	763488,49	9938304,14	3481
P37	763459,16	9938333,56	3480
P38	763474,97	9938349,11	3488
P39	763464,71	9938371,24	3489
P40	763449,75	9938363,67	3489
P41	763456,45	9938353,08	3485
P42	763422,77	9938345,68	3496
P43	763418,03	9938330,22	3488
P44	763405,29	9938350,86	3497
P45	763389,53	9938386,24	3504
P46	763320,13	9938447,05	3523
P47	763295,82	9938447,19	3531
P48	763324,63	9938394,69	3522
P49	763318,71	9938373,01	3519
P50	763344,21	9938371,39	3509

Nota. La tabla representa las coordenadas para la delimitación de la zona de estudio. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

Figura 2.

Delimitación del Bosque Protector Umbría.



Nota. La figura representa la delimitación del Bosque Protector Umbría. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020. Tomado de: Google Earth Pro, 2020.

4.3. Área y perímetro.

Las coordenadas fueron debidamente cargadas al software ArcGIS 10.5 en el cual se creó un nuevo shapefile del tipo polígono uniendo todos los puntos del levantamiento, en la tabla de atributos se añadió el parámetro área y perímetro mismos que se procedió a calcular haciendo uso de la herramienta “Calculate Geometry”.

4.4. Tasa de deforestación.

Se procesaron imágenes satelitales actuales y de años anteriores mediante el software Google Earth Pro y SAS Planet, se analizaron los años 1965, 2002, 2012 y 2020, en los cuales se delimito el área y perímetro de la zona de estudio (Bosque Protector Umbría) y se realizó un análisis comparativo con cada uno de los años como se describe en la siguiente tabla número 4.

Tabla 4.

Delimitación histórica de la zona de estudio

Año	Área (Ha)	Perímetro (Km)
1969	36,34	2,82
2002	22,24	3,02
2012	19,81	3,76
2020	20,86	3,35

Nota. La tabla representa el área y perímetro de la zona de estudio para años anteriores. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

Para obtener el área real se restó las áreas internas deforestadas del área total de la zona de estudio. Según como lo indica (Montenegro, et al. 2015).

Ecuación 1. Tasa de deforestación

$$R = \frac{A_1 - A_2}{t_1 - t_2}$$

Dónde:

- R: Deforestación total promedio para un periodo determinado.
- A₁: Área de bosque inicial (ha)
- A₂: Área de bosque final (ha)
- t₁: Año inicial
- t₂: Año final

4.5. Análisis ambiental

4.5.1. Factores abióticos

4.5.1.1. Precipitación

Se utilizó el archivo en formato shapefile “Isoyeta” en escala 1:250.000 proporcionado por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) el cual nos permitió obtener una representación gráfica de las precipitaciones medias dentro de la zona de estudio.

4.5.1.2. Temperatura

Se obtuvo el archivo en formato shapefile “Isoterma” en escala 1:1’000.000 y de tipo polígono, mismo que nos permitió representar las temperaturas medias en el área de estudio.

4.5.1.3. Pendientes de suelo

Se obtuvo el archivo en formato shapefile “Pendiente Sierra” en escala 1:50.000 y de tipo polígono, mismo que nos permitió representar el tipo de pendiente existente en el área de estudio.

4.5.1.4. Uso actual del suelo

Se utilizó el archivo en formato shapefile “Uso de Suelo Sierra” en escala 1:50.000 proporcionado por el MAGAP-SIGAPRO el cual nos permitió obtener una representación del uso que se le está dando al suelo dentro de la zona de estudio.

4.5.1.5. Erosión del suelo

Se extrajo el archivo en formato shapefile “Erosión Actual” en escala 1:250.000 y de tipo polígono, mismo que nos permitió identificar las zonas erosionadas dentro del área de estudio.

4.5.1.6. Uso potencial del suelo

Del MAGAP se obtuvo el archivo en formato shapefile “Agrológico Sierra” en escala 1:50.000 y de tipo polígono, mismo que nos permitió identificar el uso potencial que se le podría dar al área de estudio.

4.5.2. Factores bióticos

4.5.2.1. Flora

Dentro del Bosque Protector Umbría existen varias especies de flora mismas que han sido debidamente identificadas y descritas dentro del PDOT del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Aloasí, esta información se contrastó con el conocimiento ancestral de los moradores que viven en la zona aledaña al bosque, más adelante se investigó la taxonomía de cada especie basados en el orden, familia y nombre científico.

4.5.2.2. Fauna

El análisis de fauna se lo llevó a cabo tomando en cuenta las especies identificadas dentro del plan de manejo de la junta de agua potable de los barrios occidentales y se lo corroboró con el conocimiento de los habitantes de las zonas aledañas al área de estudio, después de esto se llevó a cabo una investigación bibliográfica para conocer la taxonomía de cada una de las especies.

4.6. Análisis Socioeconómico

4.6.1. Demografía

Los datos demográficos fueron levantados mediante encuestas y entrevistas al 100 % de los habitantes aledaños al bosque protector dentro de un radio de 500 m.

4.6.2. Educación

Para el nivel de educación y analfabetismo se obtuvo la información del PDOT del GAD Parroquial de Aloasí y encuestas, además se utilizó el software ArcGIS 10.5 el cual por medio del archivo en formato shapefile “Establecimientos Educativos” del tipo punto, se ubicó los centros educativos cercanos a la zona de estudio.

4.6.3. Salud

Se identificó la localización geográfica de los establecimientos de salud aledaños a la zona de estudio mediante el archivo shapefile “Centros de Salud” del tipo punto y en escala 1:50.000 y mediante encuestas se conoció la información más relevante del estado de salud de los habitantes.

4.6.4. Servicios básicos

A partir de información obtenida del PDOT del GAD Parroquial de Aloasí y el uso de encuestas se determinó el estado de los principales servicios básicos, tales como: agua potable, sistema de alcantarillado, energía eléctrica y la gestión de desechos sólidos.

4.6.5. Actividades económicas.

Mediante un levantamiento de información en la zona de estudio y con base en lo descrito en el PDOT del GAD Parroquial de Aloasí se determinó las principales actividades económicas que ejercen los habitantes del Barrio Umbría.

4.6.6. Vías de acceso.

Haciendo uso del archivo shapefile “Vías” de tipo línea en escala 1:50.000 se identificaron las principales vías de acceso desde la Panamericana (E35) hasta el Bosque Protector Umbría.

4.6.7. Cultura

Para el análisis cultural correspondiente se obtuvo información contenida en el PDOT del GAD parroquial de Aloasí 2020 – 2023 en el cual se describen los bienes inmuebles que son considerados patrimoniales, además de los bienes intangibles como son las fiestas típicas, bailes, gastronomía, conocimiento ancestral, entre otros esta información fue contrastada y verificada mediante las encuestas realizadas.

4.7 Análisis de agua

4.7.1. Puntos de muestreo.

Mediante una visita de campo se definieron tres puntos de muestreo cada uno con su respectiva coordenada geográfica en el sistema WGS84 Z17S

Para la selección de los puntos de muestreo se definieron 3 criterios según lo establece:

1. Accesibilidad: el punto de muestreo identificado debe estar en un lugar de fácil accesibilidad ya sea de manera peatonal o vehicular de tal manera que faciliten la obtención y transporte de las muestras.

2. Representatividad: el punto previamente seleccionado para la recolección de la muestra debe ser lo más representativo posible, esto quiere decir que el cuerpo de agua debe estar mezclado totalmente, de tal manera que la muestra sea lo más homogénea posible
3. Seguridad: en el punto de muestreo, su entorno y las condiciones climáticas deben garantizar la seguridad del personal responsable de la toma de muestras de tal manera que se logre minimizar la probabilidad de un riesgo de accidentes y de lesiones. (Valdez, 2017, pág. 34)

Tabla 5.
Coordenadas de puntos de muestreo

Código	Latitud	Longitud	Altitud (m.s.n.m.)	Descripción
PMA1	762988,49	9938999,08	3625	Vertiente Natural
PMA2	763370,4	9938670,55	3540	Ojo de Agua
PMA3	763734,61	9938426,01	3459	Planta de Tratamiento de Agua Potable

Nota. La tabla representa las coordenadas para los puntos de muestreo de agua. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

El agua de cada una de las fuentes es captada por medio de tuberías de PVC, estas ingresan a un tanque rompe presión para finalmente llegar a la planta de tratamiento en la cual el agua fluye por varias unidades finalizando con la dosificación de cloro gas.

4.7.2. Toma de muestras de agua

Cada punto de muestreo fue previamente seleccionado en una primera visita de campo y cada muestra de agua fue tomada mediante la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 2176, 2013, pág. 4) "Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo. Primera edición." la cual establece guías sobre las técnicas de muestreo para un análisis y control de calidad de agua natural.

Recomienda realizar y seleccionar la toma de muestra cerca de fuentes hídricas y la zona intervenida afectada obteniendo una representación significativa de muestra.

Para la primera toma de muestra se lo realizó el 26 de septiembre del 2020 y el segundo el 28 de noviembre del 2020. Para cada punto establecido se tomó 3 muestras puntuales de las cuales 2 fueron destinadas para análisis fisicoquímico y 1 para microbiológico cada una de estas fue debidamente rotulada con su respectivo número de muestra fecha, hora, responsable, ubicación y nombre la muestra.

4.7.3. Aforo de caudal

El caudal disponible fue determinado mediante el método de aforo volumétrico para lo cual se utilizó una cuerda, un balde con una capacidad de 12 litros y un cronómetro digital. Para obtener el caudal se dividió el volumen de agua recogida entre el tiempo de llenado del recipiente, para lo cual se empleó la siguiente ecuación descrita por (Ordoñez y Pelaez, 2015):

Ecuación 2. Caudal

$$Q = \frac{v}{t}$$

Dónde:

- Q: caudal (l/s);
- v: volumen (l);
- t: tiempo (s).

4.7.4. Cálculo del caudal.

Con ayuda del software Excel 365 los datos obtenidos fueron digitalizados y debidamente analizados mediante el software previamente mencionado se procedió a calcular la media aritmética para obtener un valor representativo y definitivo del conjunto de datos, el cual se ajusta al valor real del caudal de agua.

4.7.5. Recolección y conservación de muestras.

Se empleó la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 2169, 1998, pág. 6) “Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y manipulación de las muestras. Primera Edición”; la cual dicta los lineamientos a tomar en cuenta para conservar y transportar muestras de agua de manera segura evitando así la contaminación de las muestras de agua.

4.7.6. Análisis *in situ*.

En el análisis de campo se evaluaron 3 parámetros pH, temperatura y oxígeno disuelto para cada uno de estos se realizaron 5 mediciones mismas que fueron registrados en una libreta de campo.

Tabla 6.

Materiales y equipos utilizados en los análisis in situ y muestreo de agua

	Material/Equipo	Cantidad
Equipo de protección personal	Mandil	1 unidad
	Guantes de látex	9 pares
	Mascarillas	1 unidad
	Cofia	1 unidad
Recolección de muestras	Botellas (1 litro)	6 unidades
	Frascos estériles para muestras de laboratorio	3 unidades
	Agua destilada (1 litro)	1 unidad
Cadena de custodia	Cooler (20 litros)	2 unidades
Equipos para análisis	Hielos	3 paquetes
	Etiquetas	9 unidades
	Oxímetro	1 unidad
	Termómetro	1 unidad
	Potenciómetro	1 unidad

Nota. La tabla representa los equipos y materiales utilizados en el muestreo de agua. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

4.7.6.1. Oxígeno disuelto.

- Previamente se revisó el estado funcional y calibración del equipo para medición de oxígeno disuelto Laquact modelo: DO-71 marca: Horiba
- Para proceder a realizar la medición de campo, se verificó que la unidad de medida sea la correcta (mg/l)
- Posteriormente se colocó la sonda en la muestra de agua y se pulsó la tecla “Read” para dar inicio a la medición.
- Se esperó unos segundos a que el equipo muestre el resultado final y se registró este valor en la libreta de campo
- Para dar paso a las siguientes mediciones se enjuago la sonda con agua destilada en un envase de vidrio, esto se repitió para las 5 mediciones realizadas.

4.7.6.2. Potencial Hidrógeno

- Las mediciones de campo se las realizaron con el equipo HI-98129 marca: HANNA revisando previamente el estado funcional y calibración de este.
- Para realizar la medición de campo se tomó la muestra luego se verificó que la unidad de medida sea la correcta
- Se colocó la sonda en la muestra tomada y se pulsó la tecla “Read” para proceder con la medición correspondiente.
- Se esperó unos segundos a que el equipo muestre el resultado final y se registró este valor en la libreta de campo
- Para dar paso a las siguientes mediciones se enjuago la sonda con agua destilada en un recipiente de vidrio, esto se repitió para las 5 mediciones realizadas.

4.7.6.3. Temperatura.

La medición de temperatura se realizó con el equipo HI-98129 marca: HANNA siguiendo el mismo procedimiento descrito para la medición de pH.

4.7.7. Análisis de laboratorio

Para cada uno de los parámetros analizados se tomaron 5 mediciones las cuales fueron analizadas en los laboratorios de la universidad politécnica salesiana y registradas en la libreta de campo.

4.7.7.1. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅).

Materiales, reactivos y equipos

Equipos, materiales e insumos para la medición de Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días.

Tabla 7.

Equipos, materiales y reactivos para la medición de DBO₅.

Equipo	Material	Reactivo
Estufa Marca: Mettler	Balón aforado de 1 Litro	Sulfato de magnesio, heptahidratado (MgSO ₄ •7H ₂ O)
Medidor de oxígeno disuelto, marca: HACH	4 frascos de DBO Winkler de 300 ml	Solución amortiguadora de fosfato
Balanza Marca: Mettler Toledo	Vasos de precipitación de 1000 ml, 500 ml y 250 ml	Cloruro de calcio (CaCl ₂)
pH-metro Marca: HANNA	Pipeta de 10 ml	Cloruro férrico (FeCl ₃)
	Balón aforado Muestra de agua	Agua destilada

Nota. La tabla representa los equipos, materiales y reactivos utilizados en el análisis de DBO. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

Procedimiento

- Se tomó 1 ml de solución amortiguadora de fosfato, 1 ml de sulfato de magnesio, 1 ml de cloruro de calcio, 1 ml de cloruro férrico y se colocó en un balón aforado de 1 litro, se completó con agua destilada hasta llegar al volumen deseado de 1 litro.
- En la dilución obtenida se procedió a inyectarle oxígeno mediante un sistema de bombeo durante un lapso de 20 minutos.
- En el interior de los frascos Winkler se colocó 230 ml de muestra de agua.
- Con el equipo de medición de oxígeno se midió la cantidad de oxígeno disuelto presente en la muestra, luego se llevó los frascos hacia la incubadora por un lapso de 5 días a 20 grados Celsius de temperatura.

4.7.7.2. Demanda Química de Oxígeno (DQO).

Materiales, reactivos y equipos

Equipos, materiales e insumos para la medición de Demanda Química de Oxígeno.

Tabla 8.

Equipos, materiales y reactivos para la medición de DQO.

Equipo	Material	Reactivos
Biodigestor	Micropipeta de 200 ul	Viales 200 a 15000 mg/l
Marca: HACH	Gradilla	Agua destilada
Espectrofotómetro		
Marca: HACH		

Nota. La tabla representa los equipos, materiales y reactivos utilizados en el análisis de DQO. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

Procedimiento

- El análisis para la DQO se lo realizó con viales de un rango entre 200 a 15000 mg/l mediante el siguiente procedimiento:

- Se prepararon las 3 muestras de agua correspondientes a cada punto de muestreo.
- Con una micropipeta se tomó 0,2 ml (200 microlitros) de agua, se colocó en cada uno de los viales y se homogeneizó la muestra.
- Posteriormente los viales fueron llevados a un biodigestor a 150 °C durante 2 horas.
- Al término de las 2 horas se esperó que se enfríen los viales a temperatura ambiente
- Como paso siguiente se midió la DQO en el espectrofotómetro de marca HACH bajo el método 132
- Primeramente, se colocó el blanco en el equipo, luego se lo retiró para medir la muestra de agua
- Este procedimiento se repitió para cada una de las muestras

4.7.7.3. Fosfatos

Materiales, reactivos y equipos

Tabla 9.

Equipos, materiales y reactivos para la medición de fosfatos.

Equipo	Material	Reactivos
Espectrofotómetro Marca: HACH	Vaso de precipitación de 50 ml	Agua destilada
	Matraz aforado	Reactivo PhosVer 3
	Pipeta de 10 ml	

Nota. La tabla representa los equipos, materiales y reactivos utilizados en el análisis de fosfatos. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

Procedimiento

- Se procedió a encender el equipo de medición.
- Para preparar el blanco se aforó 10 ml de agua destilada en la celda de respectiva, posteriormente se colocó en el equipo y se pulso la tecla cero.

- Nuevamente se aforó 10 ml, pero esta vez de la muestra a ser analizada, en dicha celda se colocó el reactivo PhosVer 3, posteriormente se introdujo la celda en el compartimiento respectivo y se aplastó la tecla correspondiente para el Test de lectura.
- Finalmente, el valor obtenido fue registrado.

4.7.7.4. Nitratos

Materiales, reactivos y equipos

Tabla 10.

Equipos, materiales y reactivos para la medición de nitratos.

Equipo	Material	Reactivos
Espectrofotómetro Marca: HACH	Vaso de precipitación de 50 ml	Agua destilada
	Matraz aforado	Reactivo NitraVer 5
	Pipeta de 10 ml	

Nota. La tabla representa los equipos, materiales y reactivos utilizados en el análisis de nitratos. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

Procedimiento

- Se procedió a encender el equipo de medición
- Para preparar el blanco se aforó 10 ml de agua destilada en la celda respectiva para realizar la medición, se colocó en el equipo y se pulso la tecla cero.
- Nuevamente se aforo 10 ml, pero esta vez de la muestra a ser analizada, en dicha celda se colocó el reactivo NitraVer 5, posteriormente se introdujo la celda en el compartimiento respectivo y se presionó la tecla Test de lectura
- Finalmente, el valor obtenido fue registrado.

4.7.7.5. Sólidos disueltos totales

Materiales, reactivos y equipos

Tabla 11.

Equipos, materiales y reactivos para la medición de sólidos disueltos totales.

Equipos	Materiales	Reactivos
Balanza analítica	Crisol	Agua
Marca: Mettler Toledo	Pinzas Metálicas	destilada
Desecador	Guantes para calor	
Mufla	Pipeta	
Marca: Thermo Scientific		
Estufa	Pera de succión	
Marca: Memmert		

Nota. La tabla representa los equipos, materiales y reactivos utilizados en el análisis de sólidos disueltos totales. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

Procedimiento

- Utilizar dos unidades de crisoles por cada muestra
- Secar en una estufa los crisoles a 105 °C por 2 horas
- Colocar el crisol en el desecador y pesar en la balanza (Peso B)
- Colocar 40 ml de muestra en el crisol y evaporar a 100 °C
- Poner el crisol con la muestra en la estufa a 105 °C por un lapso de 24 horas
- Dejar enfriar el crisol en el desecador durante 30 minutos
- Pesar el crisol (Peso A)

Para determinar los SDT, previamente se calculó los sólidos totales según:

Ecuación 3. Peso de cada Sólido Total

$$\text{Sólidos Totales (mg/L)} = \frac{(A) - B}{\text{ml de muestra}}$$

- A= Peso del crisol + residuo tras evaporación 105 °C
- B= Peso del crisol vacío

Ecuación 4. Sólidos Totales

$$\text{Solidos Totales (mg/L)} = \frac{ST_1 + ST_2}{2}$$

- ST₁= sólidos totales del crisol #1
- ST₂= sólidos totales del crisol #2

Ecuación 5. Solidos Disueltos Totales

$$SDT \text{ (mg/L)} = 0.4 (ST)$$

4.7.7.6. Coliformes Fecales.

Para la detección de coliformes fecales se utilizaron dos metodologías, una para la detección de presencia de coliformes y otra para realizar el conteo, según el método Numero más probable (NMP) (Canal Calderón Angulo Bruno Eduardo, 2020).

En la metodología de detección la presencia o no de coliformes fecales, se lo realizó en medio sólido y líquido.

Para lo cual se inició con la preparación de los distintos medios de cultivo.

Medio de cultivo sólido

- Se preparó una disolución de 1,8 mg de Agar azul de metileno en 50 ml de agua destilada en un envase Boeco
- En una plancha de calentamiento se procedió a realizar la agitación por un periodo de 10 min hasta que el agar se disuelva completamente
- Los envases fueron llevados a la autoclave a 121 °C durante 2 horas, con este procedimiento se elimina cualquier tipo de agente contaminante que pueda afectar en los resultados
- Finalmente, en 3 cajas Petri se colocaron 15 ml de agar en cada una.

Medio sólido: Método de filtración por membrana

- Se preparó el equipo de filtración con bomba de vacío mismo que previamente fue debidamente auto clavado para eliminar cualquier tipo de agente contaminante
- Se colocó el filtro de membrana de 0,45 um en el equipo
- Se procedió a filtrar 100 ml de muestra de agua.
- Luego se retiró el filtro y se lo colocó en la caja Petri con el agar azul de metileno, dicha caja fue debidamente rotulada y llevada a la estufa a 37 °C durante 24 horas de incubación.
- Se lavó el equipo de filtración con agua destilada
- Finalmente, este procedimiento se repitió para cada una de las muestras de agua.

Medio de cultivo líquido

- Se preparó una disolución de 1,8 mg de caldo Bilis Verde Brillante en 30 ml de agua destilada en un envase Boeco
- En una plancha de calentamiento se procedió a realizar la agitación por un periodo de 10 min hasta que el caldo se disuelva completamente
- Los envases fueron llevados a la autoclave a 121 °C durante 2 horas, con este procedimiento se elimina cualquier tipo de agente contaminante que pueda afectar en los resultados
- En 3 tubos de ensayo se colocó una campana Durham de manera invertida en cada una y 9 ml de caldo bilis verde brillante.
- Finalmente, los tubos de ensayo se colocaron en una gradilla y fueron llevados a incubación en la estufa a 37 °C durante 24 horas.

Conteo de Numero Más Probable (NMP)

- En un matraz Erlenmeyer tenemos 225 ml de agua de peptona y agregar 25 ml de muestra de agua agitar 3 minutos homogenizando la muestra teniendo una dilución 1:10
- Se realiza una dilución seriada en tres tubos de ensayo.
- Con una pipeta estéril se traspasa 10 ml de muestra al primer tubo de ensayo.
- Agitar el primer tubo y traspasar 1 ml al segundo tubo con 9 ml de diluyente; repetirlo para el tercer tubo. Obteniendo una dilución de 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} .
- Se realiza la prueba presuntiva con caldo Lauryl Sulfato Broth.
- En tres tubos con campana Durham agregar 9 ml de caldo más un mililitro de cada dilución, encubar 24 h a 37 °C.
- Transcurrido ese tiempo, fijarse si existe o no existe formación de gas.
- Si existe gas, con un aza se inocula la muestra por triplicado en tubos de ensayo con 9 ml de caldo Bilis Verde Brillante más 1 ml de la muestra anterior.
- Se lo incuba por 24h a 45 °C y se anota los resultados.

4.7.8. Metodologías para parámetros físicos, inorgánicos, microbiológicos

Para cada uno de los parámetros establecidos y a ser analizados en el laboratorio se utilizó metodologías previamente establecidas por la Agencia Americana de Salud Pública, publicada en el Standard Methods for the Examination of Water and Waters (SM.), 17 th ed. (APHA, 2017) Como lo describe la siguiente tabla:

Tabla 12.

Metodologías para los parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

Parámetro	Unidad	Método de referencia
Temperatura	°C	SM.2550 B
Turbidez	NTU	SM. 2130 B
Potencial Hidrógeno	pH	SM. 4500 H ⁺ A y 4500 H ⁺ B
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	SM. 2540 C
Fosfatos	mg/l	SM. 4500 PE
Nitratos	mg/l	SM. 4500 NO ₃ B
DBO₅	mg/l	SM. 5210 B
DQO	mg/l	SM. 5220 C y SM. 5220 D
Oxígeno Disuelto	mg/l	SM. 4500 OG
Coliformes Fecales	mg/l	SM. 9222 D

Nota. Se describen las metodologías utilizadas para los diferentes parámetros. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.
Tomado de: (APHA, 2017) y (ASTM, 2019).

4.8. Análisis de datos

Cada uno de los datos obtenidos en laboratorio fueron ingresados en el software Excel 365 en el cual se procedió a calcular la media aritmética esto debido a que se realizaron 5 mediciones para cada análisis, para lo cual se requirió ajustar a un valor promedio mismo que representará a todo el conjunto de datos, además se realizaron gráficas estadísticas las cuales permitieron una mejor visualización de los resultados obtenidos.

4.8.1. Índice de calidad del agua.

4.8.1.1. Desarrollo e interpolación de datos.

Para el desarrollo del índice de calidad del agua de la National Sanitation Foundation de Estados Unidos (ICA-NSF), se obtuvo los valores de W_i de tablas ya establecidas para cada parámetro analizado; posteriormente se calculó el valor de Sub_i a partir de graficas de función para cada uno de los parámetro, es decir en el eje de las abscisas o eje X se ubicó el valor obtenido mediante los cálculos respectivos y se procedió a interpolar este valor con el eje de las ordenadas para finalmente calcular el valor del ICA (Alvarado y Calle, 2016).

4.8.1.2. Estimación de la calidad de agua.

Se determinó el valor del ICA-NSF resultado de la combinación e interacción de 9 parámetros fisicoquímicos y microbiológicos necesarios para estimar la calidad del agua de las fuentes del bosque protector Umbría en una escala que va de 0 a 100 puntos. Para ello se utilizó la función ponderada multiplicativa (ICA_m) según como lo describe (Alvarado y Calle, 2016)

Ecuación 6. Índice de Calidad de Agua

$$ICA_m = \prod_{i=1}^9 (Sub_i^{W_i})$$






Dónde:

- W_i = Pesos relativos asignados a cada parametro Sub_i
- Sub_i = Subíndice del parametro i

4.8.1.3. Interpretación del Valor ICA.

De acuerdo con lo que describe el autor (Alvarado y Calle, 2016), se utilizaron las siguientes puntuaciones para determinar la calidad del agua como lo muestra la tabla:

Figura 3.
Clasificación del "ICA-NSF"

Calidad	Color	Rango
Excelente		91 a 100
Buena		71 a 90
Media		51 a 70
Mala		26 a 50
Pésima		0 a 25

Nota. Se describe la escala para categorizar el estado del agua según el ICA. Tomado de (Alvarado y Calle, 2016) Pág. 50.

- El primer rango nos indica una alta diversidad de vida acuática.
- El segundo rango se considera un agua que requiere de una purificación menor o simple debido a la presencia de algún tipo de contaminante.

- En el tercer rango se presenta un grado de contaminación considerable debido a la presencia de diversos agentes, generalmente presenta una menor diversidad de organismos acuáticos y un mayor crecimiento de algas, es apta para consumo humano únicamente si se realiza un tratamiento de potabilización del agua.
- El cuarto rango presenta una alta cantidad de contaminantes, una muy baja diversidad de vida acuática y requiere tratamiento especial para su descontaminación. Este tipo de agua no se considera apta para el consumo humano.
- En quinto y último rango se presenta una cantidad limitada o nula de organismos vivos, este tipo de agua es considerada inaceptable para el consumo humano.

4.9. Análisis de suelo

4.9.1. Puntos de muestreo de suelo

Se utilizó criterios para seleccionar los puntos de muestreo según (Libro VI Anexo 2, 2017). Donde se detalla la selección del sitio adecuado para una muestra representativa.

Mediante una visita de campo se definieron tres puntos de muestreo cada uno con su respectiva coordenada geográfica en el sistema WGS 84 Z17 S.

Tabla 13. *Coordenadas de puntos de muestreo de suelo.*

Código	Latitud	Longitud	Altitud (m.s.n.m)	Descripción
PMS 1	763339,99	9938651,72	3533	Intervenido Agricultura
PMS 2	763389,64	9938498,37	3514	Intervenido Ganado
PMS 3	763385,04	9938227,88	3480	No intervenido

Nota. La tabla representa las coordenadas para los puntos de muestreo de suelo. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

4.9.2. Toma de muestras de suelo

El muestreo correspondiente se realizó bajo la Norma Técnica (INEN-ISO 10381-2, 2014) "Calidad del suelo. Muestreo. Directrices sobre técnicas de muestreo. Primera edición." en la cual se establece el método Zigzag.

El primero muestreo se lo realizo en el 26 de septiembre. Para cada punto se tomaron 3 muestras de 1 Kg cada una, estas fueron debidamente rotuladas con su respectivo número de muestra, fecha, hora, responsable, ubicación y nombre la muestra.

4.9.2.1 Recolección y conservación de muestras

El muestreo correspondiente se realizó bajo la Norma Técnica (INEN-ISO 10381-2, 2014) "Calidad del suelo. Muestreo. Directrices sobre técnicas de muestreo. Primera edición." en la cual se establecen guías sobre las técnicas de muestreo para un análisis y control de calidad de agua naturales.

4.9.3. Análisis *in situ*

En el análisis de campo se evaluaron cuatro parámetros como textura, plasticidad, consistencia, firmeza; para cada uno de estos se tomó una muestra por cada tres puntos de muestreo, misma que fueron registrados en una libreta de campo.

4.9.3.1. Textura del Suelo

- Con una pala pequeña extraer una muestra de suelo
- En una balanza pesar 25 g de suelo
- Colocar en una bandeja y añadir gotas de agua hasta dejarlo húmedo
- Tomar un pedazo de muestra y realizar una bola con la palma de la mano
- Si se forma una bola, moldear hasta obtener una cinta la cual se la empuja suavemente con el pulgar hacia arriba
- Anotar los resultados observados

4.9.3.2. Plasticidad

- Colocar en la palma de la mano una pequeña cantidad de muestra de suelo.
- Mojar la muestra hasta que se humedezca.

- Amasar la muestra entre las palmas hasta formar una tira larga.
- Anotar el resultado

4.9.3.3. Consistencia

- Colocar en la palma de la mano una cantidad pequeña de muestra de suelo.
- Mojar la muestra hasta que se humedezca y hacer una bola.
- Colocar la bola entre los dedos índice y pulgar, aplicar una ligera presión y separar los dedos lentamente.
- Anotar los resultados.

4.9.3.4. Firmeza

- Colocar en la palma de la mano una cantidad pequeña de muestra de suelo.
- Mojar la muestra hasta que se humedezca y hacer una bola.
- Hacer una bola uniforme y ejercer una suave presión en la muestra hasta que se quiebre.

4.9.4. Análisis en el Laboratorio.

En el laboratorio se analizaron las 3 muestras tomadas en campo, los valores obtenidos se registraron en la libreta de campo.

Procedimiento para Tamizado

- Se pesó 100 g de muestra
- Dicha muestra se llevó a la estufa para ser secada a 105 °C
- Los tamices fueron previamente lavados, secados y pesados
- Se colocó los tamices en el equipo de vibración colocando primero el que corresponde al fondo y luego los demás ordenándolos de mayor a menor número de malla, finalmente se comprobó que los tamices se encuentren perfectamente alineados

- La muestra fue colocada en el tamiz superior y se procedió a encender el equipo por un tiempo de 10 minutos
- Transcurrido el tiempo se retiró cada uno de los tamices y se procedió a pesar en la balanza anotando su peso final

Para determinar la textura, se calculó:

Ecuación 7. Peso Inicial del tamiz

$$\text{Peso inicial} = \text{peso del tamiz (g)}$$

Ecuación 8. Peso final del tamiz

$$\text{Peso final} = \text{peso del tamiz (g)} + \text{Peso de la muestra seca (g)}$$

Ecuación 9. Masa Retenida

$$\text{Masa Retenida} = \text{peso final (g)} - \text{peso inicial (g)}$$

Ecuación 10. Porcentaje Retenido

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{peso del material retenido en el tamiz (g)}}{\text{peso total de la muestra (g)}} \times 100$$

Ecuación 11. Diámetro de Partícula

$$\text{Diametro de Particula} = \frac{\text{peso de la malla} + \text{Dimensión del tamiz}}{2}$$

4.9.5. Análisis de datos

Cada uno de los datos obtenidos en laboratorio fueron ingresados en el software Excel 365 en el cual se procedió a calcular la media aritmética esto debido a que se realizaron 5 mediciones para cada análisis, y se requirió ajustar a un valor promedio mismo que representa a todo el conjunto de datos, además se realizaron gráficas estadísticas las cuales permitieron una mejor visualización de los resultados obtenidos.

4.10. Metodología de Bronfenbrenner

Mediante los análisis de campo y laboratorio realizados se procedió a diseñar un modelo de gestión ambiental integral basados en la “Teoría ecológica de Bronfenbrenner” esta teoría nos permite evaluar el escenario económico, social y ambiental en los que se desenvuelve el individuo y separarlos en varios sistemas como son: microsistema, mesosistema, exosistema y macrosistema.

Posteriormente evaluado cada uno de los escenario y sistemas se desarrolló las matrices correspondientes en la cuales se propone acciones a tomar para cada uno de estos definiendo su duración correspondiente ya sea está a corto, mediano o largo además se delega la persona o entidad responsable del control, seguimiento y evaluación.

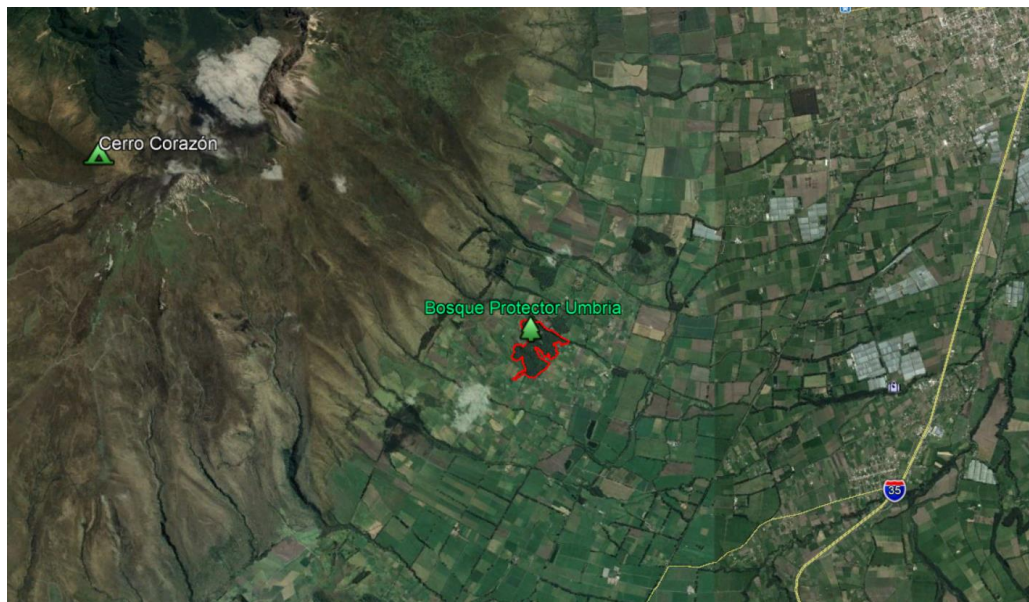
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Ubicación y delimitación

El bosque protector Umbría está situado en la provincia de Pichincha, cantón Mejía, parroquia Aloasí en el lado oriental del cerro Corazón, a 15 Km del sector central de Aloasí. En 1994 fue declarado bosque primario protegido.

Figura 4.

Ubicación del Bosque Protector Umbría



Nota. Se describe la delimitación y Ubicación del Bosque Protector Umbría. Elaborado por: Arias C. & Hinojosa M., 2020. Tomado de: Google Earth Pro, (2020).

De manera complementaria se elaboró su mapa respectivo en el software ArcGIS 10.5 en el cual se muestra la ubicación del BPU dentro de la provincia, cantón y parroquia previamente descrito, además de la delimitación del área de estudio realizado mediante un levantamiento con GPS. (Ver Anexo 1. Mapa de la ubicación del bosque protector umbría) y (Ver Anexo 2. Mapa de la delimitación del bosque protector umbría y sus coordenadas).

5.2. Método

Se utilizará un método estadístico descriptivo, ya que presenta una descripción de las variables a evaluar en el área de estudio, en donde se focalizará la zona de intervención generada por la comunidad dentro del bosque y el cómo se ve afectado el recurso hídrico.

5.3. Área y perímetro

El área y perímetro fueron calculados con ayuda del software ArcGIS 10.5. cuyos valores se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 14.
Área y perímetro del Bosque Protector Umbría.

Año	Área (Ha)	Perímetro (Km)
2020	20,86	3,35

Nota. La tabla representa el área y perímetro calculado para el Bosque Protector Umbría. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

5.4. Tasa de deforestación

Se calculó la tasa de deforestación en un periodo determinado de tiempo en base a cuatro años representativos.

Tabla 15.
Tasa de deforestación del Bosque Protector Umbría

Año	Hectáreas	Periodos	Porcentaje de deforestación
1969	36.34	1969-2002	42.72 %
2002	22.24	2002-2012	24.30 %
2012	19.81	2012-2020	13 %
2020	20.86	1969-2020	62 %

Nota. La tabla representa el porcentaje de pérdida de área por deforestación de cuatro años específicos Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

Indicando una pérdida significativa en el periodo de los años 1969 y 2002, con el 42.72 % a causa de asentamientos poblacionales cercanos al BPU y expansión de terreno agrícola y ganadero como fuentes principales de recursos.

Además, evaluando el periodo de tiempo de 1969 a 2020 el estado actual de pérdida de territorio en el Bosque Protector Umbría es del 62 %.

5.4.1 Datos de deforestación según mapas

Dicha información se lo ha representado también de manera gráfica como se muestra en los siguientes anexos:(Ver Anexo 3. Mapa del bosque protector umbría año 1969), (Ver Anexo 4. Mapa del bosque protector umbría año 2002), (Ver Anexo 5. mapa del bosque protector umbría año 2012), (Ver Anexo 6. Mapa del bosque protector umbría año 2020) y (Ver Anexo 7. Mapa comparativo de pérdida de vegetación en el bosque protector umbría).

5.5. Análisis ambiental

5.5.1. Factores abióticos

5.5.1.1. Precipitación

Dentro del área de estudio existen dos isoyetas diferentes las cuales van desde 1000-1250 mm a 1250-1500 mm con mayor incidencia en la zona oeste del bosque. (Ver Anexo 8. Mapa isoyetas).

5.5.1.2. Temperatura

En lo que representa a la temperatura al igual que en el análisis de la precipitación, en la zona de estudio se identificaron dos isotermas diferentes los cuales varían desde 6-8 °C a 8-10 °C. (Ver Anexo 9. Mapa isotermas).

5.5.1.3. Pendientes de suelo

En la tabla 17 se describen los tipos de pendientes identificados en el área de estudio:

Tabla 16.

Pendiente de suelo

N°	Descripción	Rango (%)	Área (Ha)
1	Colinado	25 - 50	8,68
2	Moderadamente ondulado	15 - 25	13,28

Nota. La tabla describe la pendiente de suelo del Bosque Protector Umbría. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020. Tomado de: (SIGAGRO, 2003)

Su topografía está conformada principalmente por relieves por lo cual se determinó que la mayor parte de la zona de estudio cuenta con una pendiente “Moderadamente ondulada cuyo rango de inclinación varia de 15 a 25 % y una superficie de 13,28 hectáreas de terreno esta se encuentra ubicada en la zona este, donde los procesos erosivos no son demasiando acelerados y la productividad es relativamente alta. (Ver Anexo 10. Mapa de pendientes) y (Ver Anexo 11. Mapa de curvas de nivel).

5.5.1.4. Uso actual del suelo

En la tabla 18 se describe el uso actual del suelo dentro de los límites del Bosque Protector y su área correspondiente:

Tabla 17.
Uso actual de suelo

Clasificación	Uso actual del suelo	Área (Ha)
Cd-Pc	Cultivo de cebada-Pasto cultivado	9,96
Pc	Pasto cultivado	11,81

Nota. La tabla describe el uso actual de suelo del Bosque Protector Umbría Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020. Tomado de: (SIGAGRO, 2003).

A pesar de ser un Bosque protector no se lo trata como tal, ya que existen ciertos terrenos privados los cuales han sido destinados para la siembra y cosecha de la papa y otros alimentos, dentro de la zona de estudio se identificaron 0,21 hectáreas de este tipo cultivos, principalmente papa. (Ver Anexo 12. Mapa del uso actual del suelo)

5.5.1.5. Erosión del suelo

En la tabla 19 se erosión del suelo dentro de los límites del Bosque Protector y su área correspondiente:

Tabla 18.
Erosión del suelo.

Nº	Clasificación	Área (Ha)
1	Moderada	8,68
2	Baja	13,28

Nota. La tabla describe la erosión del suelo del Bosque Protector Umbría Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020. Tomado de: (MAGAP, 2002).

Se identificaron dos zonas en las cuales existe erosión, pero estas no presentan mayor problema para el bosque protector ya que estas se encuentran entre moderada y baja. (Ver Anexo 13. Mapa de susceptibilidad de erosión)

5.5.1.6. Uso potencial del suelo

En la tabla 20 se puede apreciar el uso potencial del suelo y su área correspondiente dentro de los límites de la zona de estudio:

Tabla 19. *Uso potencial del suelo*

Clase	Uso potencial del suelo	Área (Ha)
IV	Tierras con severas limitaciones, cultivables con métodos intensivos de manejo	8,68
V	Tierras no cultivables con severas limitaciones de humedad, aptas para pastos	13,28

Nota. La tabla describe el uso potencial del suelo del Bosque Protector Umbría Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020. Tomado de: (SIGAGRO 2003).

La mayor parte de la zona de estudio su uso potencial se encuentra apta para pastos, pero al ser considerado como un bosque protector el uso de suelo debería ir enfocado a la siembra de especies arbóreas y arbustivas nativas del lugar. (Ver Anexo 14. Mapa Uso potencial del suelo)

5.5.2. Factores bióticos

5.5.2.1. Flora

5.5.2.1.1. Especies arbóreas

Tabla 20.

Especies arbóreas existentes en el Bosque Protector umbría

Familia	Nombre científico	Nombre común
Betulaceae	<i>alnus jorullensis</i>	Aliso
Myrtaceae	<i>eugenia uniflora</i>	Arrayan
Araliaceae	<i>Aralia Heterofilia</i>	Pumamaqui
Melastomataceae	<i>Brachyotum Jamesonii</i>	Pucachaglla
Loganiaceae	<i>Budleja Americana</i>	Quishuar

Nota. La tabla describe las especies arbóreas representativas del Bosque Protector Umbría Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020. Tomado de: (Plan de manejo Bosque protector Umbría, 1994).

5.5.2.1.2. Especies arbustivas

Tabla 21.

Especies arbustivas existentes en el Bosque Protector umbría

Familia	Nombre científico	Nombre común
Cunoniaceae	<i>Weinmannia condorensis</i>	Casca
Berberidaceae	<i>Berberis papilosa</i>	Cascarillo
Compositae	<i>Caccharis polyntha</i>	Chilca
Cyatheaceae	<i>Zannia cuatrecasana</i>	Chigua
Bromeliaceae	<i>Tillandsia cuanca</i>	Guaycundo
Apocynaceae	<i>Vallesia patens</i>	Peralillo
Rosaceae	<i>hesperomeles heterophylla</i>	Pigin
Guttiferae	<i>Hypericum lariatilolium</i>	Romerillo
Plantaginaceae	<i>plantago lanceolata</i>	Sig-Sig
Compositae	<i>Taraxacum dens lionii</i>	Taraxacón
Ericaceae	<i>Tibauda acuminata</i>	zagalita

Nota. La tabla describe las especies arbustivas representativas del Bosque Protector Umbría Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020. Tomado de: (Plan de manejo Bosque protector Umbría, 1994).

5.5.2.1.3 Especies en la lista roja de la UICN

Tabla 22.

Especies que constan en la lista roja de la UICN.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría
Melastomataceae	<i>Brachyotum Jamesonii</i>	Pucachaglla	Vulnerable
Cunoniaceae	<i>Weinmannia condorensis</i>	Casca	Vulnerable

Nota. En n la tabla se describe las especies de la lista roja de la UICN encontrados en el Bosque Protector Umbría Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020. Tomado de: (UICN, 2008).

Se identificaron 16 especies de las cuales 5 fueron clasificadas como arbóreas y 11 como arbustivas, de estas 2 se encuentran categorizadas como “Vulnerables” dentro de la lista roja de la UICN lo cual nos muestra que existe un moderado riesgo de que esta especie se extinga o se produzca un deterioro poblacional a mediano plazo.

5.5.2.2. Fauna

5.5.2.2.1. Mamíferos

Tabla 23.

Mamíferos existentes en el Bosque Protector Umbría.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Leporidae	<i>Sylvilagos brasiliensis</i>	Conejo
Roedores	<i>Phytlotis sp</i>	Ratón
Marsupiales	<i>Marmosa robinson</i>	Raposa

Nota. La tabla describe los mamíferos existentes en el Bosque Protector Umbría Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020. Tomado de: (Plan de manejo Bosque protector Umbría, 1994).

5.5.2.2.2. Aves

Tabla 24.

Aves existentes en el Bosque Protector Umbría.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Trochilidae	<i>Doryfera ludoviciae</i>	Colibri
Accipitridae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo
Oscines	<i>zonotrichia capensis</i>	Gorrion
Accipitridae	<i>geranoaetus melanoleucus</i>	Guarú
Turdidae	<i>Turdus dagua</i>	Mirlo dagua

Nota. La tabla describe las aves existentes en el Bosque Protector Umbría Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020. Tomado de: Plan de manejo Bosque protector Umbría, 1994.

5.5.2.3. Especies en la lista roja de la UICN

Tabla 25.

Especies que constan en la lista roja de la UICN

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría
Turdidae	<i>Turdus dagua</i>	Mirlo dagua	Casi amenazada

Nota. La tabla describe las especies que constan en la lista roja de UICN en el Bosque Protector Umbría Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020. Tomado de: (UICN, 2008).

Debido a la intervención del hombre dentro del BPU y a la expansión de la frontera agrícola y ganadera muchas especies de animales han sido desplazadas, por lo cual se identificaron 8 especies de las cuales 3 fueron clasificadas en el grupo de los mamíferos y 5 en el grupo de las aves, de estas 1 se encuentran categorizadas como “Casi amenazada” dentro de la lista roja de la UICN lo cual nos muestra que se encuentra cercano a calificar como “Vulnerable”, o a su vez podría entrar en dicha categoría en un futuro cercano.

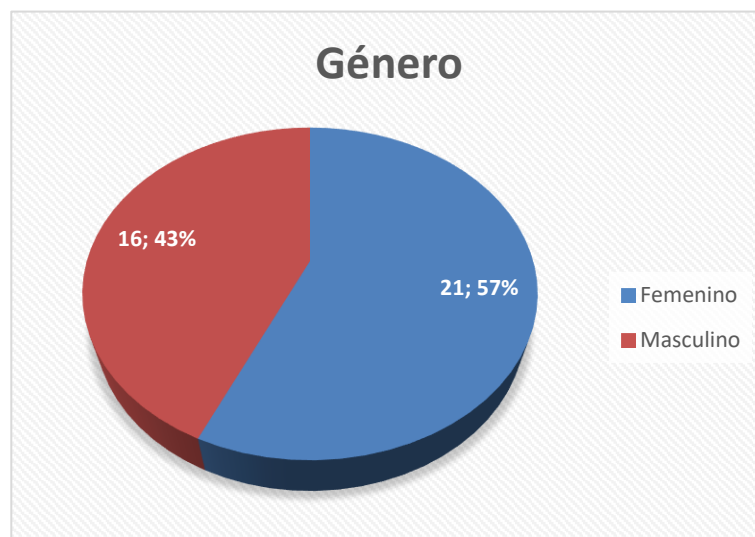
5.6. Análisis Socioeconómico

5.6.1. Demografía

En base a las encuestas realizadas en la zona de estudio delimitada, se determinó que la población existente es de 37 habitantes distribuido entre adultos y niños, de los cuales el 62 % representa a la población adulta y el restante 38 % representan los menores de 18 años de edad.

La principal causa de la baja población se debe al fenómeno migratorio producido por la salida de los habitantes en búsqueda de un mejor futuro, trabajo o estudios. (Ver Anexo 15. Mapa de casas entrevistadas)

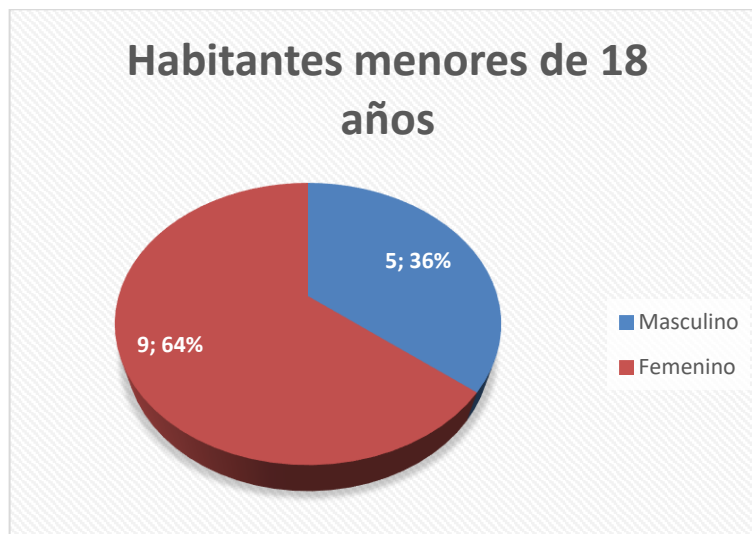
Figura 5.
Representación de los habitantes por Género



Nota. La figura representa el porcentaje de habitantes existentes clasificados por su género. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

Figura 6.

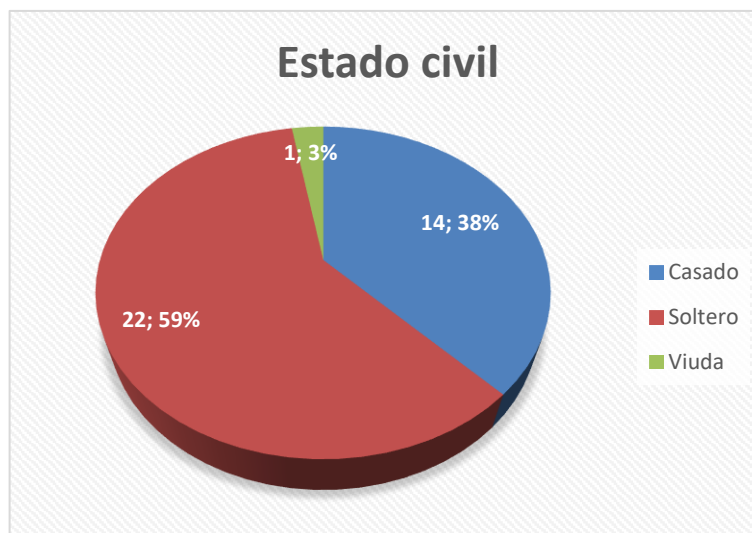
Porcentaje de habitantes menores de 18 años



Nota. La figura representa el porcentaje de habitantes menores de 18 años existente en el Bosque Protector Umbría Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

Figura 7.

Representación porcentual del estado civil de los habitantes



Nota. La figura describe el porcentaje de habitantes según su estado civil existente en el Bosque Protector Umbría Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

5.6.2 Educación

Se representó de manera gráfica la ubicación del único establecimiento educativo existente cerca al BPU (Ver Anexo 16. Mapa de establecimientos educativos)

En la Tabla 27 se muestra los datos del establecimiento con su respectivo cantón, parroquia, circuito, nombre principal y distancia al bosque protector

Tabla 26. *Ubicación de establecimientos educativos*

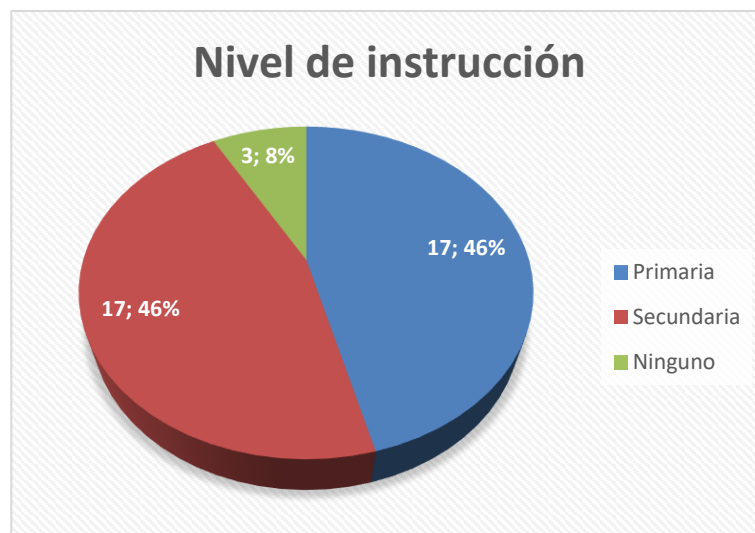
Cantón	Parroquia	Circuito	Nombre	Distancia al BPU (Km)
Mejía	Aloasí	El Chaupi-Aloasí	Germán Flor	0.91

Nota. La tabla describe la ubicación del establecimiento educativo existente en el Bosque Protector Umbría. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020. Tomado de: (MINEDUC, 2014).

En la zona de estudio se identificó que existe un alto grado de nivel de instrucción siendo este del 92 % y únicamente un 8 % de la población no cuentan con una educación finalizada.

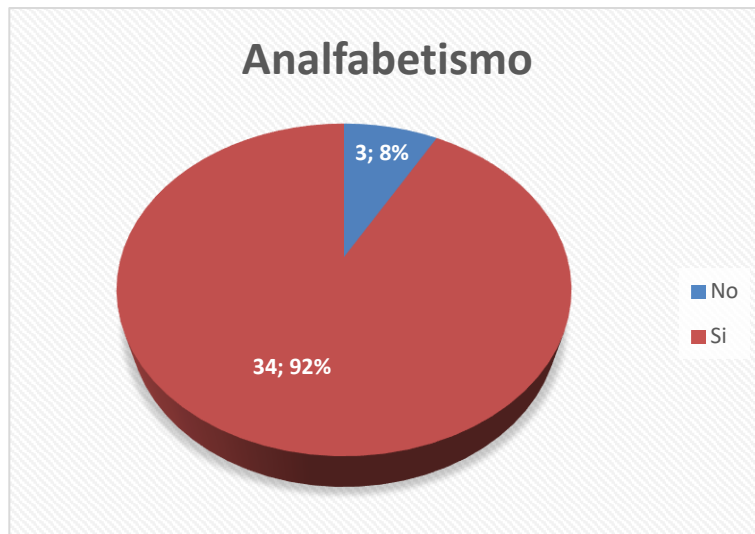
Las nuevas generaciones han mostrado una mayor tendencia y aspiraciones para continuar sus estudios.

Figura 8.
Nivel de instrucción



Nota. La figura describe el porcentaje de nivel de instrucción existente entre los habitantes. Elaborado por: Arias C. & Hinojosa M., 2020

Figura 9.
Porcentaje de Analfabetismo

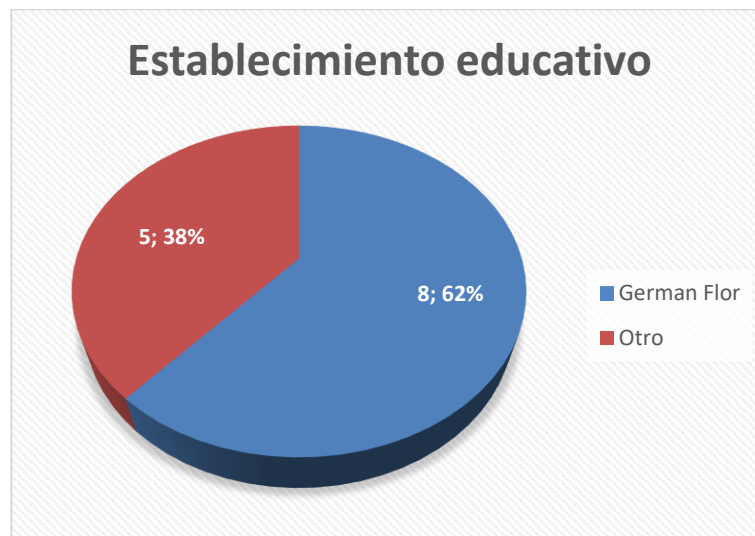


Nota. La figura describe el porcentaje de analfabetismo existente en el barrio. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

El 62 % de la población menor a 18 años estudia en el establecimiento educativo más cercano “German Flor” y el 38 % restante estudia en una institución diferente dentro de la parroquia Aloasí.

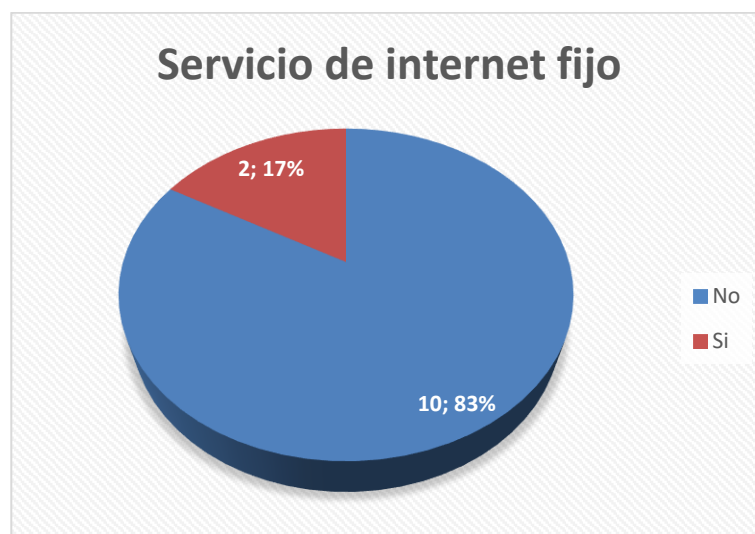
Además, en el contexto de la pandemia se analizó si la población cuenta con servicio de internet fijo del cual únicamente un 17 % lo tiene. En cuanto a las herramientas para el acceso a clases virtuales el mayor porcentaje 72 % lo recibe mediante dispositivos móviles el 28 % restante cuenta con computadores de escritorio o portátiles.

Figura 10.
Establecimiento educativo



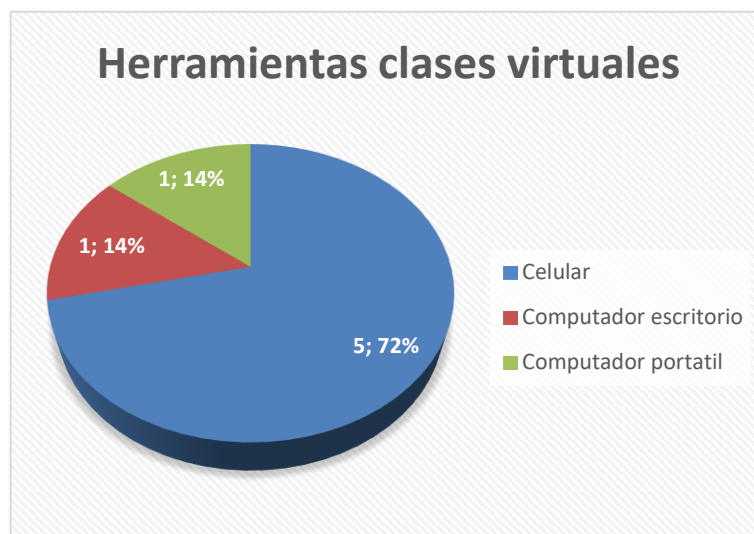
Nota. La figura describe el porcentaje de establecimientos educativos. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

Figura 11.
Servicios de Internet Fijo



Nota. La figura representa el porcentaje de habitantes que poseen servicio de internet fijo. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

Figura 12.
Herramientas para clases virtuales



Nota. La figura representa el porcentaje de herramientas existente con las que cuentan los habitantes para el acceso a clases virtuales. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

5.6.3. Salud

Respecto a los centros de salud, se determinó la presencia de un único establecimiento, el cual se indican en la Tabla 28.

Tabla 27.
Establecimiento de Salud

Cantón	Parroquia	Nombre	Nivel	Tipología	Institución	Distancia al BPU (Km)
Mejía	Aloasí	Centro de salud Aloasí	Nivel 1	Puesto de salud	Ministerio de salud publica	8.97

Nota. La tabla describe el establecimiento de salud existente en las cercanías al BPU. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020. Tomado de: (MSP, 2014).

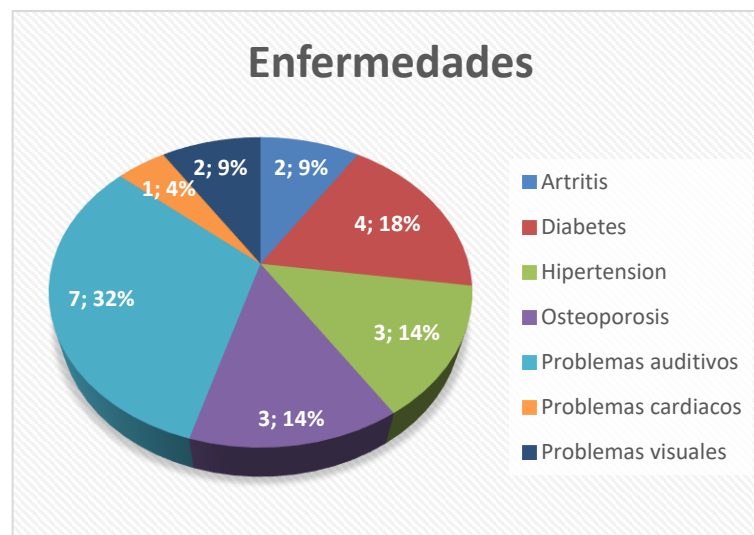
El puesto de Salud presta servicios enfocados en la promoción de la salud, prevención de enfermedades, rehabilitación y cuidados paliativos, cuenta con atención permanente a través de un auxiliar de enfermería, se integran con un odontólogo y una obstetriz.

Además, se representó de manera gráfica el establecimiento descritos con anterioridad a través de las herramientas del software ArcGIS 10.5. (Ver Anexo 17. Mapa de establecimientos de salud)

Mediante encuestas se identificó las principales enfermedades que aquejan a los habitantes siendo el principal los problemas auditivos afectando a su mayoría a la gente de la tercera edad.

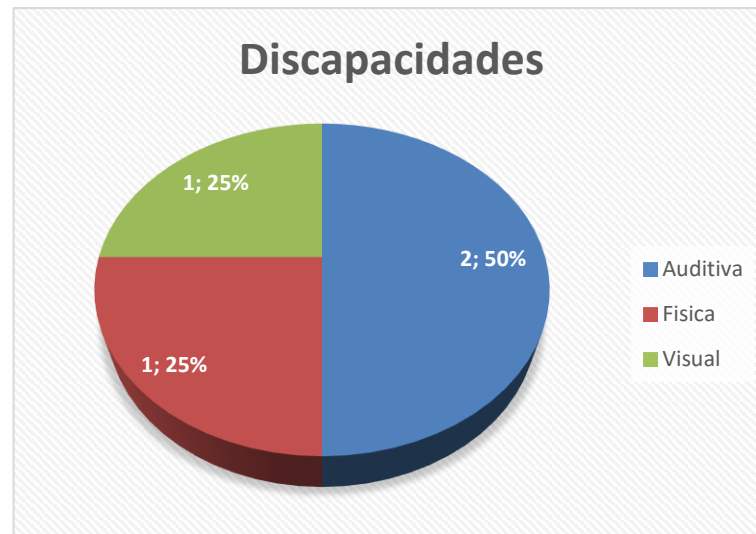
De igual manera se conoció a la población que cuenta con algún tipo de discapacidad y la población que cuenta con seguro de salud primando con un 45 % las personas que cuentan con el seguro campesino.

Figura 13.
Porcentaje de Enfermedades



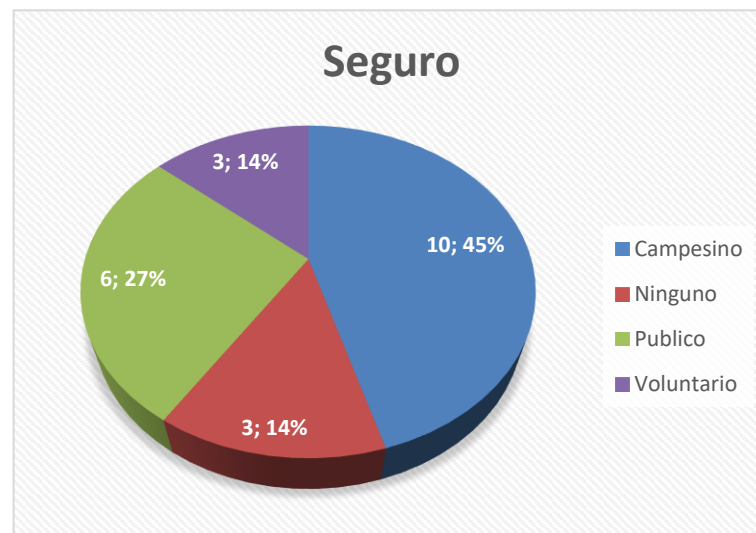
Nota. La figura describe los porcentajes de casos con enfermedades existentes entre los habitantes de la comunidad. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

Figura 14.
Porcentaje de discapacidades



Nota. La figura describe el porcentaje de discapacidad existente entre los pobladores. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

Figura 15.
Porcentaje de asegurados.



Nota. La figura describe el tipo de seguro con el que cuenta cada uno de los habitantes. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

5.6.4. Servicios básicos

Los habitantes del barrio Umbría cuentan con una cobertura limitada de energía eléctrica, alumbrado público, agua potable, servicio de recolección de aguas servidas y de recolección de basura.

5.6.4.1. Energía eléctrica

El 100 % de casa cuenta con energía eléctrica durante las 24 horas del día mismo que es suministrado por la Empresa Eléctrica Quito.

5.6.4.2. Alumbrado público

El barrio cuenta con alumbrado público en su vía de acceso principal, mas no cuenta con alumbrado en las vías secundarias

5.6.4.3. Agua potable

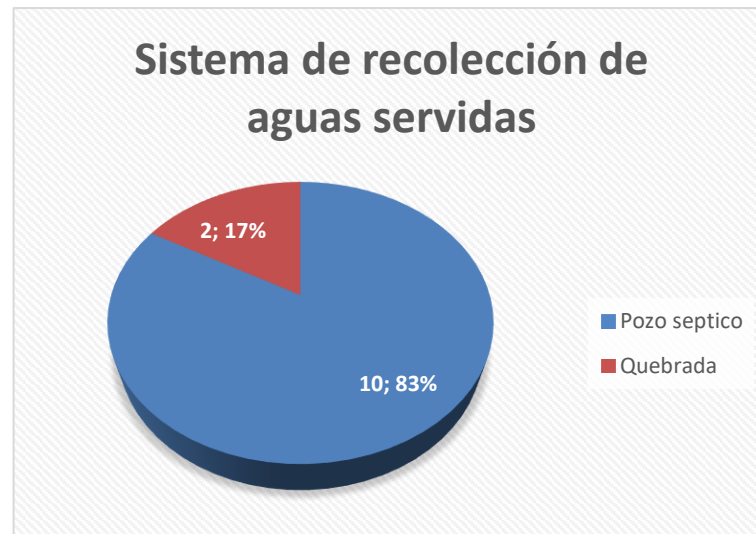
Dentro de la parroquia Aloasí la dotación del servicio de agua de consumo se lo realiza de dos formas, una es por parte de la empresa de agua potable y otra por las juntas de agua, en lo que corresponde al Barrio Umbría el 100% de la dotación de agua corresponde a la junta de agua barrios occidentales dicho líquido vital es sometido al debido proceso de potabilización por lo cual es segura para el consumo humano.

5.6.4.4. Recolección de aguas servidas

El 100 % de las casas no cuenta con sistema de alcantarillado, por lo cual realizan las descargas de aguas servidas en pozos sépticos y quebradas con un porcentaje de 83 % y 17 % respectivamente, gracias al apoyo de la empresa de alcantarillado del GAD Mejía estos pozos son vaciados.

Figura 16.

Sistema de recolección de aguas servidas



Nota. La figura representa el porcentaje de los sistemas de recolección de aguas servidas con los que cuentan dentro del barrio.
Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

5.6.4.5. Recolección de basura

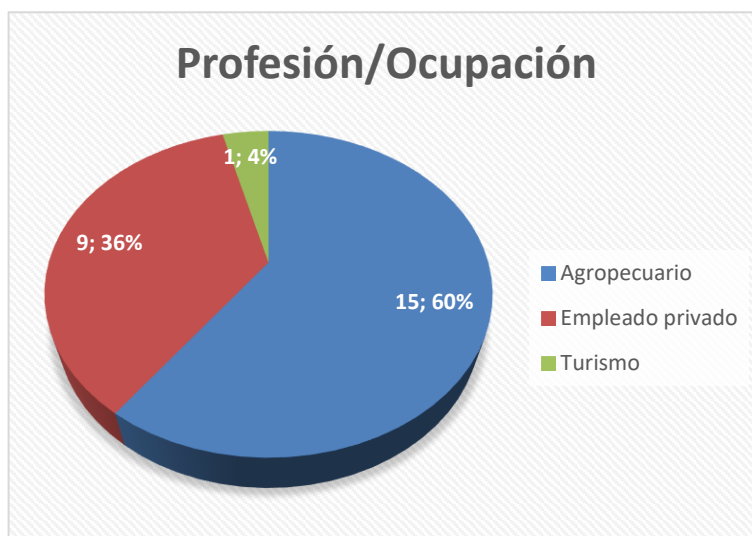
El barrio no cuenta con un servicio establecido para la recolección de basura por lo que los habitantes les dan distintas disposiciones finales a sus residuos, en cuanto a los residuos orgánicos se los utiliza como abono o fuente de alimentación para animales como es el caso de los cerdos y para los residuos inorgánicos se le da una disposición final poco adecuada ya que muchos de estos se los somete a incineración o son desechados en zonas cercanas a las quebradas o terrenos baldíos.

5.6.5. Actividades económicas

Los habitantes del sector desempeñan varias actividades económicas entre las principales se encuentra el sector agropecuario con un 60 % dichos productos son comercializados en ferias o mercados, seguido con un 36 % se encuentra el empleo privado ya que varios pobladores desempeñan actividades en las florícolas cercanas, cuentan con sus propios negocios o son empleados en negocios en parroquias cercanas como lo es la parroquia Machachi para el porcentaje

restante su actividad económicas se encamina en las actividades turísticas y de recreación dentro del bosque protector.

Figura 17.
Profesión u Ocupación



Nota. La figura describe las profesiones u ocupaciones existentes entre los habitantes. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

La gran mayoría de habitantes mayores de 18 años cuenta con un trabajo estable como se muestra en el siguiente gráfico:

Figura 18.
Estabilidad en el Trabajo



Nota. La figura describe la estabilidad en el trabajo con la que cuentan los habitantes. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

Una de las grandes fortalezas del barrio es su extensión de suelo cultivable principalmente para pastizales seguido por diversos productos agrícolas y ganaderos que se detallan en la siguiente

Tabla 29:

Tabla 28.

Productos que se producen en el Bosque Protector Umbría y sus inmediaciones.

Producto	Precio más bajo	Precio normal	Precio más alto
Maíz	\$ 12 /quintal	\$ 15 /quintal	\$ 18 /quintal
Papa	\$ 10 /quintal	\$ 16 /quintal	\$ 18 /quintal
Chocho	\$ 9 /quintal	\$ 10 /quintal	\$ 15 /quintal
Haba verde (con vaina)	\$ 8 /quintal	\$ 10 /quintal	\$ 13 /quintal
Haba seca (sin vaina)	\$ 15 /quintal	\$ 18 /quintal	\$ 30 /quintal
Leche	38 ctvs. /l	45 ctvs. /l	50 ctvs. /l

Nota. La tabla describe los productos producidos por la población existente en el Bosque Protector Umbría. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020. Tomado de: (PDOT, 2020-2023).

5.6.6. Vías de acceso

Existe un limitado acceso hacia el Bosque Protector Umbría ya que no se cuenta con la suficiente información para ingresar al mismo, además la red vial está constituida por vías de segundo y tercer orden mismas que se encuentran revestidas por piedra o son de tierra y en ciertos tramos cuenta con un ancho de vía reducido a un carril lo cual dificulta aún más el acceso.

El principal problema que se detectó en el sistema vial interno fueron las vías deterioradas principalmente por fenómenos climáticos como son las constantes precipitaciones producidas en época de invierno.

Complementariamente se elaboró el mapa de la red vial en la cual se identificó y grafico la vía de acceso al barrio teniendo en cuenta como eje principal la Carretera Panamericana troncal de la Sierra (E35) con una distancia de 10,67 km de longitud. (Ver Anexo 17. Mapa de vías de acceso al bosque protector umbría)

5.6.7. Cultura

De acuerdo con la información recopilada del (PDOT, 2020) se determinó que no existen actividades culturales propias del barrio, pero la gente participa activamente de todas las festividades desarrolladas dentro de la parroquia Aloasí sean estas de carácter cultural o religioso.

A continuación, se detallan aquellos bienes con los que cuenta el barrio lugares donde la gente se reúne a compartir ya sea un minuto de esparcimiento y recreación o un momento religioso.

Tabla 29.

Bienes con el que cuenta el barrio Umbría

Tipo	Ubicación	Superficie
Casa comunal	Umbría	2585
Capilla Barrio Umbría	Umbría	3827
Estadio	Liga barrial Umbría	8539

Nota. La tabla describe los bienes con los que cuenta la comunidad. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020. Tomado de: (PDOT, 2020-2023).

Entre las diversas actividades culturales y religiosas en las cuales los habitantes del barrio Umbría se involucran tenemos el mes de la Virgen María la cual se desarrolla en el mes de mayo en el cual se desarrolla la misa todos los sábados del mes a las 4:00 am donde la gente devota del barrio y parroquia en general se congrega para rezar el rosario de la Aurora por las calles contiguas a la iglesia finalizando la procesión con una gran misa en la iglesia.

También se realizan las clásicas corridas de toros aquellas muy comunes en distintas parroquias de la sierra, este evento se ve acompañado por un valioso intangible de la parroquia como lo es la banda de pueblo.

5.8. Análisis de agua

5.8.1. Puntos de muestreo.

En la tabla 31 se muestran los respectivos puntos de muestreo cada uno con su respectiva coordenada y descripción, además en su anexo correspondiente se puede observar de manera gráfica la ubicación de cada uno de los puntos de muestreo. (Ver Anexo 19. Mapa de puntos de muestreo de agua)

Tabla 30.

Puntos de muestreo para el análisis de la calidad de agua por el ICA-NSF

Código	Latitud	Longitud	Altitud (m.s.n.m.)	Descripción
PMA1	762988,49	9938999,08	3625	Vertiente Natural
PMA2	763370,4	9938670,55	3540	Ojo de Agua
PMA3	763734,61	9938426,01	3459	Planta de Tratamiento de Agua Potable

Nota. La tabla representa los puntos de muestreo para el análisis de la calidad del agua ICA-NSF. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

5.8.2. Aforo de caudal

La tabla 32 que se representa muestra los caudales por cada muestreo y punto analizado.

Tabla 31.

Medición de caudal

Código	Descripción	Caudal (L/s)
PMA1	Vertiente Natural	3.5
PMA2	Ojo de Agua	1.3

PMA3	Planta de tratamiento de agua potable	2.72
------	--	------

Nota. La tabla describe los caudales existentes en los diferentes puntos de existentes en el Bosque Protector Umbría. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

En el punto de muestreo de la vertiente natural existe un caudal mayor que el punto de muestreo ojo de agua; esto se debe porque existen leves desviaciones del curso de agua natural.

5.8.3. Análisis *In situ*

5.8.3.1. Oxígeno disuelto

La tabla 33 y figura 18 que se presenta a continuación muestra la variación de oxígeno disuelto en el agua existente por cada muestreo y punto analizado estos fueron medidos en porcentaje de oxígeno de saturación.

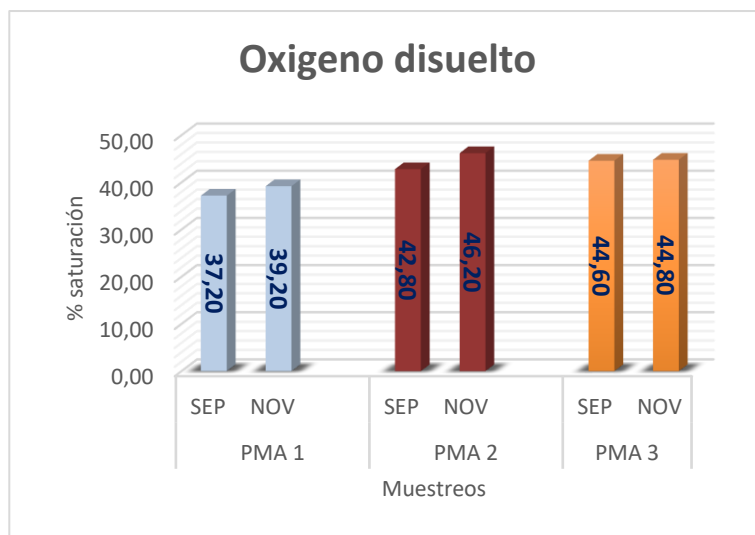
Tabla 32.

Valores obtenidos de oxígeno disuelto

Código	Descripción	Mes	Valor
PMA 1	Vertiente natural	Septiembre	37,20
		Noviembre	39,20
PMA 2	Ojo de agua	Septiembre	42,80
		Noviembre	46,20
PMA 3	Planta de tratamiento de agua potable	Septiembre	44,60
		Noviembre	44,80

Nota. La tabla representa los valores obtenidos para para el parámetro de oxígeno disuelto. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

Figura 19.
Resultados de oxígeno disuelto



Nota. La grafica representa los valores obtenidos para el parámetro de oxígeno disuelto. Elaborado por: Arias C. & Hinojosa M., 2020

5.8.3.2.Potencial hidrogeno

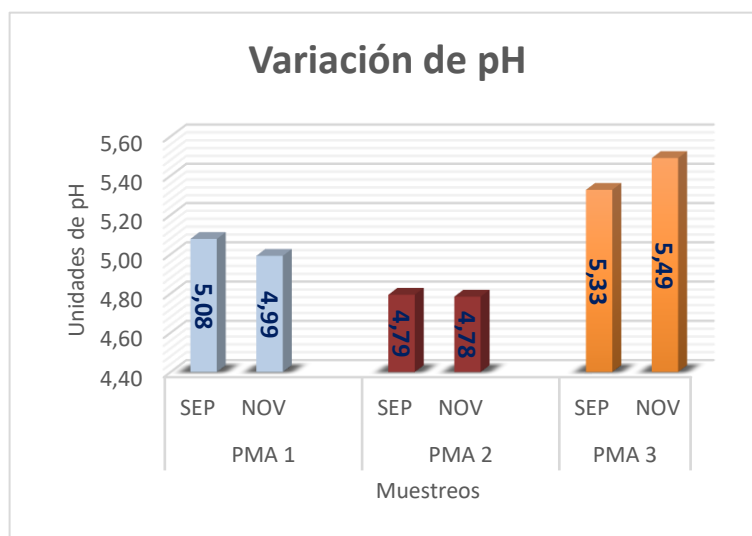
La tabla 34 y figura 19 que se presenta a continuación muestra la variación de pH en el agua, por cada muestreo y punto analizado estos fueron medidos unidades de pH.

Tabla 33.
Valores obtenidos de pH

Código	Descripción	Mes	Valor
PMA 1	Vertiente natural	Septiembre	5,08
		Noviembre	4,99
PMA 2	Ojo de agua	Septiembre	4,79
		Noviembre	4,78
PMA 3	Planta de tratamiento de agua potable	Septiembre	5,33
		Noviembre	5,49

Nota. La tabla representa los valores obtenidos para el parámetro de variación de pH. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

Figura 20.
Resultados de la variación de pH



Nota. La grafica representa los valores obtenidos para el parámetro de oxígeno disuelto. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

5.8.3.3.Temperatura

La tabla 35 y figura 20 que se presenta a continuación corresponde a la variación de temperatura en el agua, por cada muestreo y punto analizado estos fueron medidos en grados Celsius.

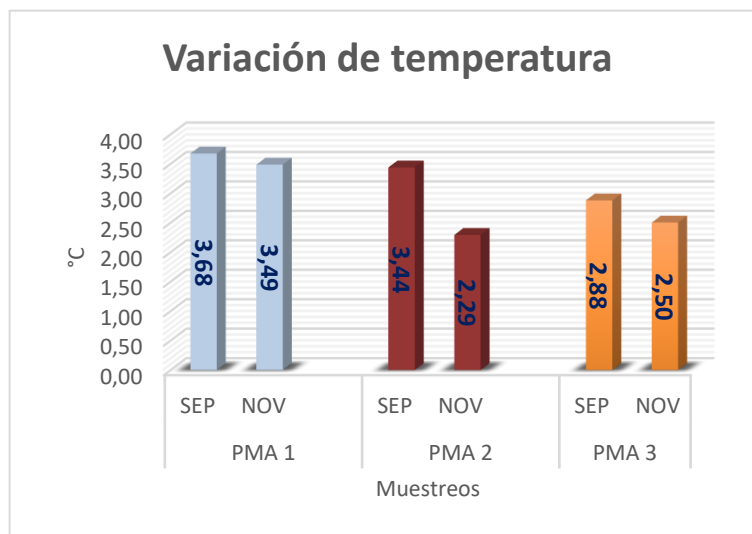
Tabla 34.
Valores obtenidos de variación de temperatura

Código	Descripción	Mes	Valor
PMA 1	Vertiente natural	Septiembre	3,68
		Noviembre	3,49
PMA 2	Ojo de agua	Septiembre	3,44
		Noviembre	2,29
PMA 3	Planta de tratamiento de agua potable	Septiembre	2,88
		Noviembre	2,50

Nota. La tabla representa los valores obtenidos para el parámetro de variación de temperatura. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

Figura 21.

Resultados de la variación de temperatura



Nota. La grafica representa los valores obtenidos para el parámetro de la variación de temperatura. Elaborado por: Arias C. & Hinojosa M., 2020

5.8.4. Análisis de laboratorio

5.8.4.1. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

La tabla 36 y figura 21 que se presenta a continuación muestra la cantidad de demanda bioquímica de oxígeno, por cada muestreo y punto analizado estos fueron medidos mg O₂/l.

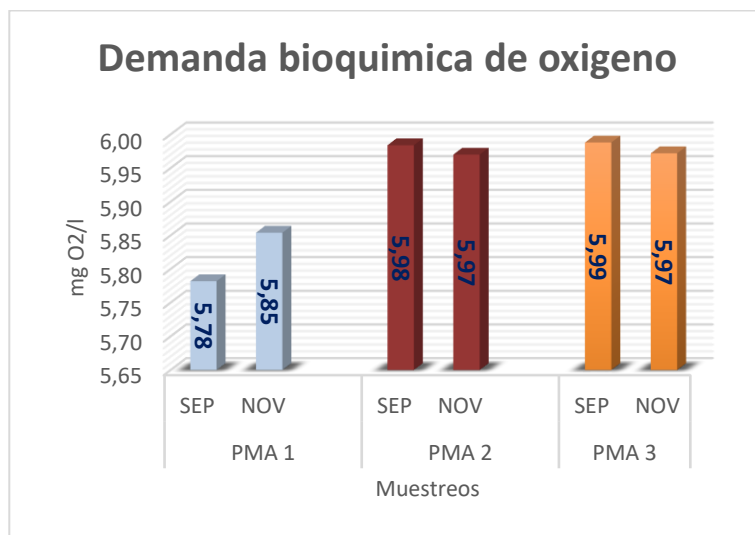
Tabla 35.

Valores obtenidos DBO₅

Código	Descripción	Mes	Valor
PMA 1	Vertiente natural	Septiembre	5,78
		Noviembre	5,85
PMA 2	Ojo de agua	Septiembre	5,98
		Noviembre	5,97
PMA 3	Planta de tratamiento de agua potable	Septiembre	5,99
		Noviembre	5,97

Nota. La tabla representa los valores obtenidos para la demanda biológica de oxígeno. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

Figura 22.
Resultados de la DBO₅



Nota. La grafica representa los valores obtenidos para la DBO₅. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

5.8.4.2. Fosfatos

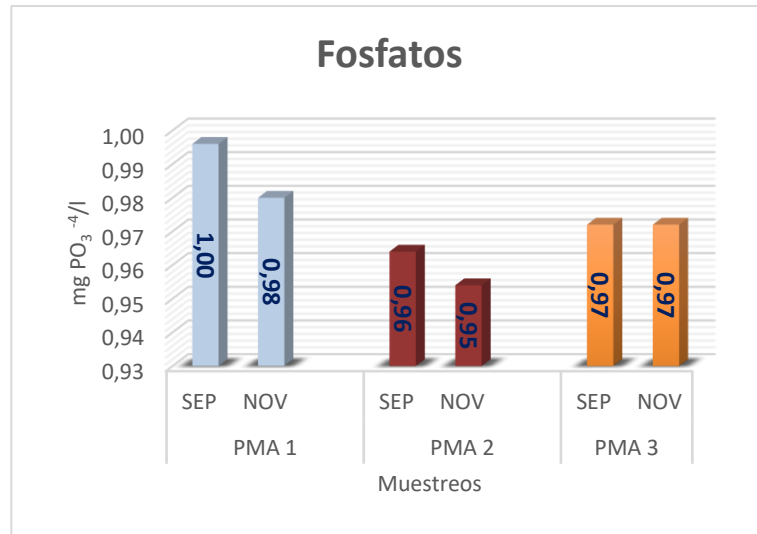
La tabla 37 y figura 22 que se presenta a continuación muestra la cantidad de fosfatos presentes en el agua, por cada muestreo y punto analizado estos fueron medidos en mg PO₃⁻⁴/l.

Tabla 36.
Valores obtenidos de fosfatos

Código	Descripción	Mes	Valor
PMA 1	Vertiente natural	Septiembre	1,00
		Noviembre	0,98
PMA 2	Ojo de agua	Septiembre	0,96
		Noviembre	0,95
PMA 3	Planta de tratamiento de agua potable	Septiembre	0,97
		Noviembre	0,97

Nota. La tabla representa los valores obtenidos para el parámetro de fosfatos. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

Figura 23.
Resultados de fosfatos



Nota. La grafica representa los valores obtenidos para el parámetro de fosfatos. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

5.8.4.3.Nitratos

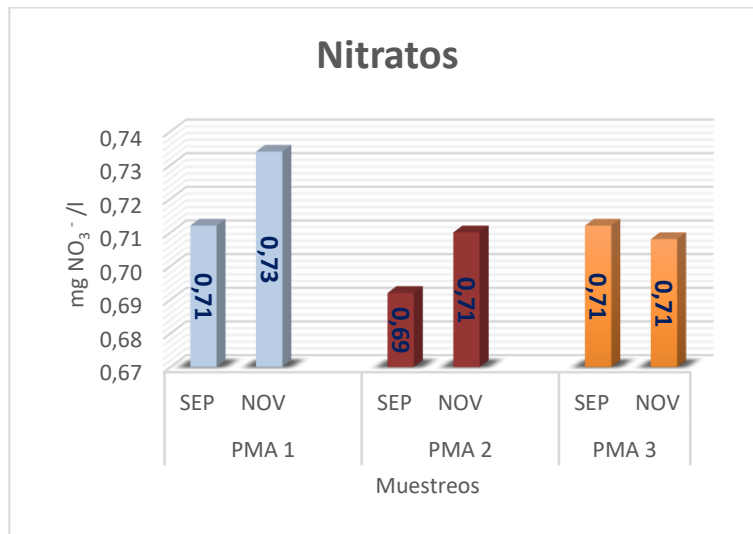
La tabla 38 y figura 23 que se presenta a continuación muestra la cantidad de nitratos presentes en el agua, por cada muestreo y punto analizado estos fueron medidos en mg NO₃⁻ /l

Tabla 37.
Valores obtenidos de nitratos

Código	Descripción	Mes	Valor
PMA 1	Vertiente natural	Septiembre	0,71
		Noviembre	0,73
PMA 2	Ojo de agua	Septiembre	0,69
		Noviembre	0,71
PMA 3	Planta de tratamiento de agua potable	Septiembre	0,71
		Noviembre	0,71

Nota. La tabla representa los valores obtenidos para el parámetro nitratos. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

Figura 24.
Resultados de nitratos



Nota. La grafica representa los valores obtenidos para el parámetro de nitratos. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

5.8.4.4.Solidos disueltos totales

La tabla 38 y figura 24 que se presenta a continuación muestra la cantidad de solidos disueltos totales, por cada muestreo y punto analizado estos fueron medidos en mg/l.

Tabla 38.
Valores obtenidos de SDT

Código	Descripción	Mes	Valor
PMA 1	Vertiente natural	Septiembre	17,14
		Noviembre	17,16
PMA 2	Ojo de agua	Septiembre	24,45
		Noviembre	22,26
PMA 3	Planta de tratamiento de agua potable	Septiembre	32,47
		Noviembre	30,57

Nota. La tabla representa los valores obtenidos para el parámetro de solidos disueltos totales. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

Figura 25.
Resultados de SDT



Nota. La tabla representa los valores obtenidos para el parámetro de solidos disueltos totales. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

5.8.4.5. Coliformes fecales

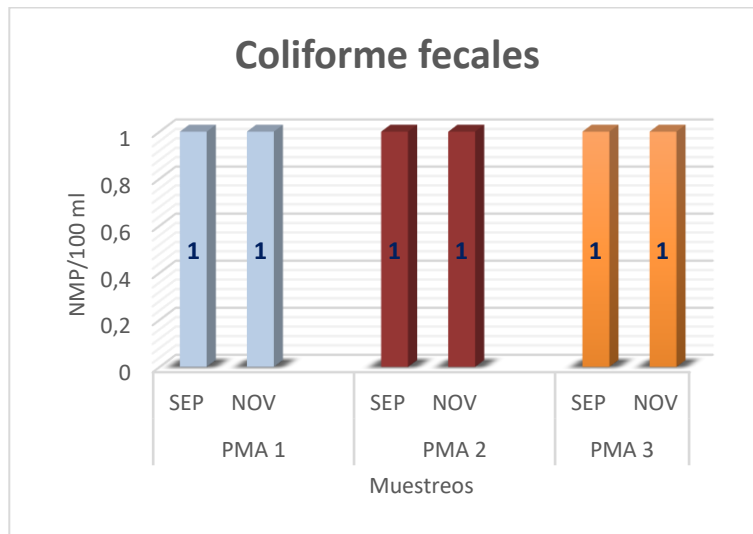
La tabla 40 y figura 25 que se presenta a continuación muestra la cantidad presente de coliformes fecales en la muestra de agua, por cada muestreo y punto analizado estos fueron medidos NMP.

Tabla 39.
Valores obtenidos de coliformes fecales

Código	Descripción	Mes	Valor
PMA 1	Vertiente natural	Septiembre	1
		Noviembre	1
PMA 2	Ojo de agua	Septiembre	1
		Noviembre	1
PMA 3	Planta de tratamiento de agua potable	Septiembre	1
		Noviembre	1

Nota. La tabla representa los valores obtenidos para el parámetro de coliformes fecales. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

Figura 26.
Resultados de coliformes fecales



Nota. La grafica representa los valores obtenidos para el parámetro de coliformes fecales. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

5.8.4.6.Índice de calidad del agua

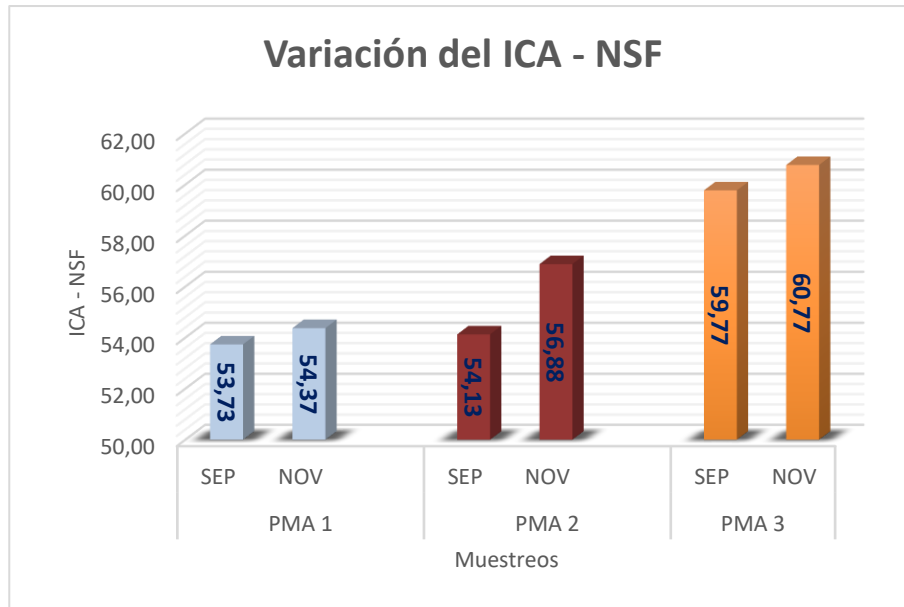
La tabla 41 que se presenta a continuación muestra la calidad de agua por cada muestreo y punto analizado, según la metodología ICA-NSF.

Tabla 40.
Tabla de resultados ICA-NSF

Código	Descripción	Mes	Valor ICA-NSF	Resultado
PMA 1	Vertiente natural	Septiembre	53,73	Media
		Noviembre	54,37	Media
PMA 2	Ojo de agua	Septiembre	54,13	Media
		Noviembre	56,88	Media
PMA 3	Planta de tratamiento de agua potable	Septiembre	59,77	Media
		Noviembre	60,77	Media

Nota. La tabla representa los valores obtenidos para el índice de calidad del agua. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

Figura 27.
Resultados del Índice de calidad del agua



Nota. La grafica representa los valores obtenidos para el parámetro de oxígeno disuelto. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

5.8.5. Comparación con la legislación vigente

Se realizó la comparación de los datos obtenidos en laboratorio con la normativa legal vigente Texto unificado de legislación secundaria de medio ambiente libro VI anexo I Norma de calidad ambiental y descargas de efluentes: Recursos, tomando como referencia la tabla número 1 de límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.

Tabla 41.
Comparación entre la legislación y valores obtenidos en laboratorio

Parámetro analizado	Unidad	Valor obtenido			Limite permisible
		PMA 1	PMA 2	PMA 3	
pH	Unidades de pH	5,04	4,79	5,41	6 – 9
Turbidez	NTU	0,06	2,33	2,10	100
Oxígeno disuelto	% saturación	38,20	44,50	44,70	80

Temperatura	Grados Celsius	10,42	11,13	11,31	Condición Natural + o – 3 grados
DBO 5	mg/l	5,82	5,98	5,98	2
Fosfatos	mg/l	0,99	0,96	0,97	*NE
Nitratos	mg/l	0,72	0,70	0,71	10
SDT	mg/l	17,15	23,35	31,52	1000
Coliformes fecales	NMP/100 ml	2500	2445	2338	600

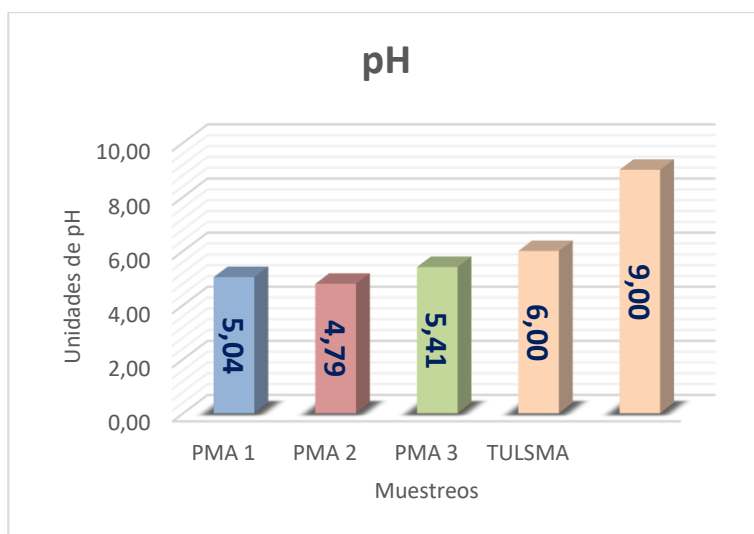
*NE: No evaluado en la legislación

Nota. La tabla representa los valores obtenidos y su comparación con la legislación vigente. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

A continuación, se presentan las gráficas estadísticas para cada uno de los parámetros:

Los datos obtenidos en pH se encuentran dentro de los valores máximos permisibles exigidos por la normativa.

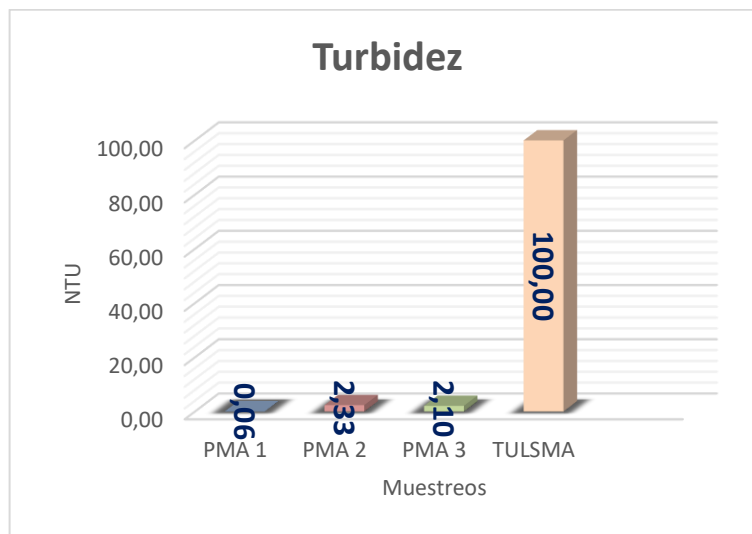
Figura 28.
Comparación pH



Nota. La grafica representa la comparación del valor obtenido con la legislación. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

Los datos obtenidos en turbidez se encuentran muy por debajo de los valores máximos permisibles exigidos por la normativa.

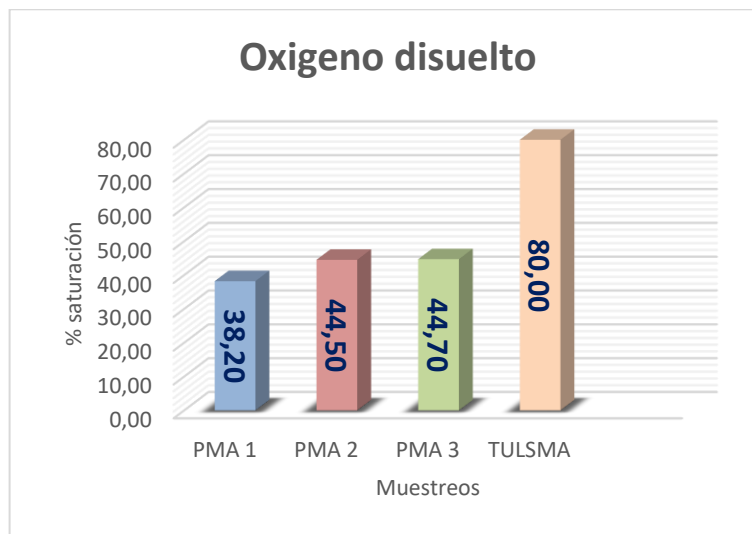
Figura 29.
Comparación turbidez



Nota. La grafica representa la comparación del valor obtenido con la legislación. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

Los datos obtenidos en oxígeno disuelto se encuentran muy por debajo de los valores máximos permisibles exigidos por la normativa.

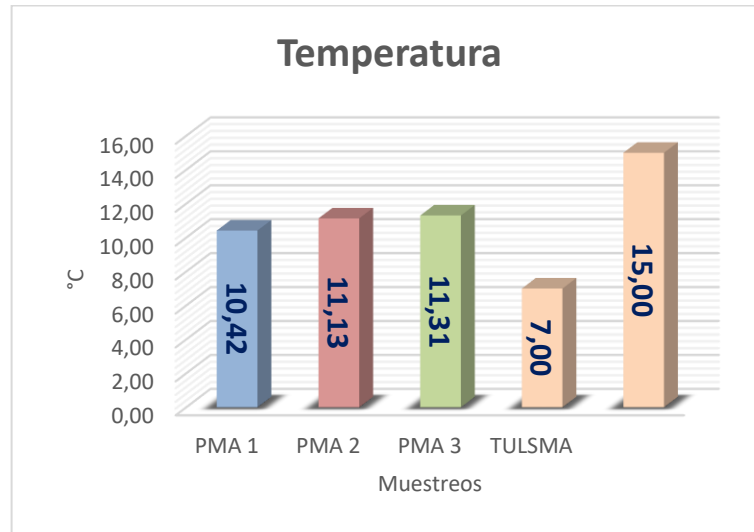
Figura 30.
Comparación oxígeno disuelto



Nota. La grafica representa la comparación del valor obtenido con la legislación. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

Los datos obtenidos para la temperatura se encuentran dentro del rango que se encuentra permitido por la norma.

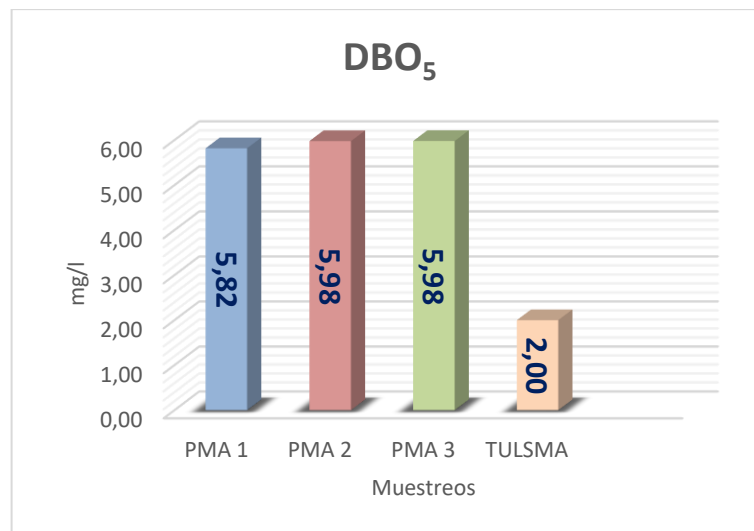
Figura 31.
Comparación de temperatura



Nota. La grafica representa la comparación del valor obtenido con la legislación. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

Los datos obtenidos para la demanda bioquímica de oxígeno se encuentran por encima del valor permitido esto se debe a la materia orgánica existente en el agua y una pequeña cantidad de heces fecales de animales domésticos.

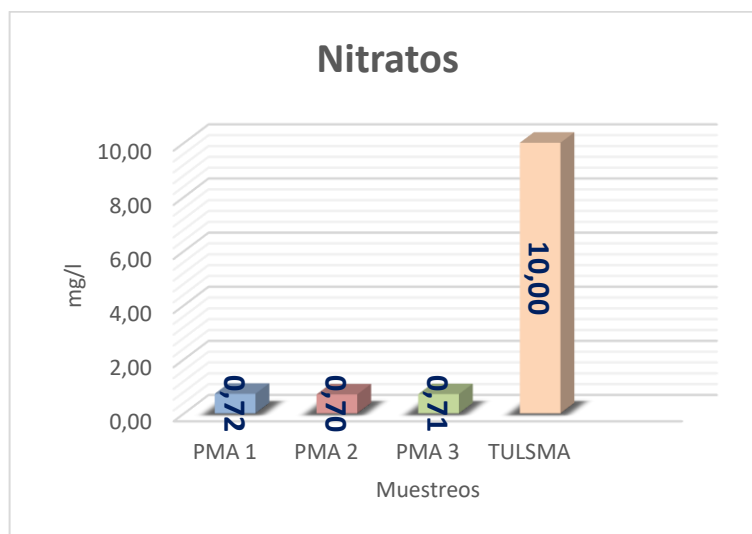
Figura 32.
Comparación de Demanda Bioquímica de oxígeno



Nota. La grafica representa la comparación del valor obtenido con la legislación. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

Los datos obtenidos para nitratos se encuentran dentro del rango que se encuentra normado por la legislación.

Figura 33.
Comparación de nitratos

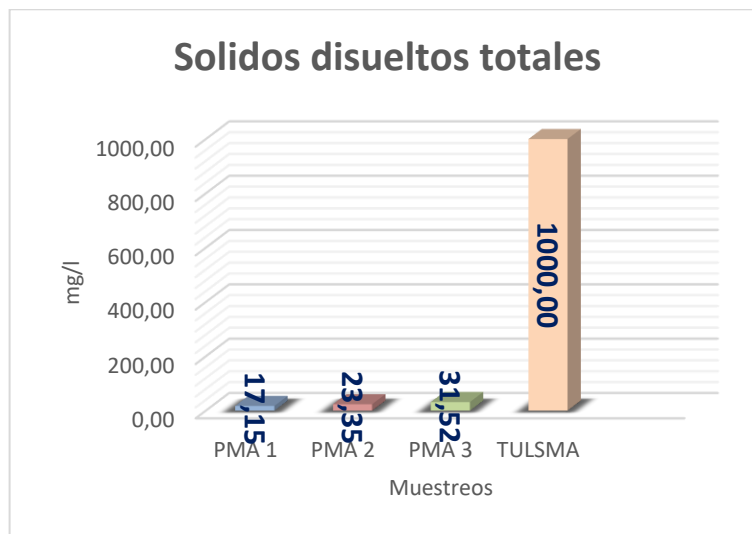


Nota. La grafica representa la comparación del valor obtenido con la legislación. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

Los datos obtenidos para solidos disueltos totales se encuentran dentro del rango que se encuentra normado por la legislación.

Figura 34.

Comparación de solidos disueltos totales

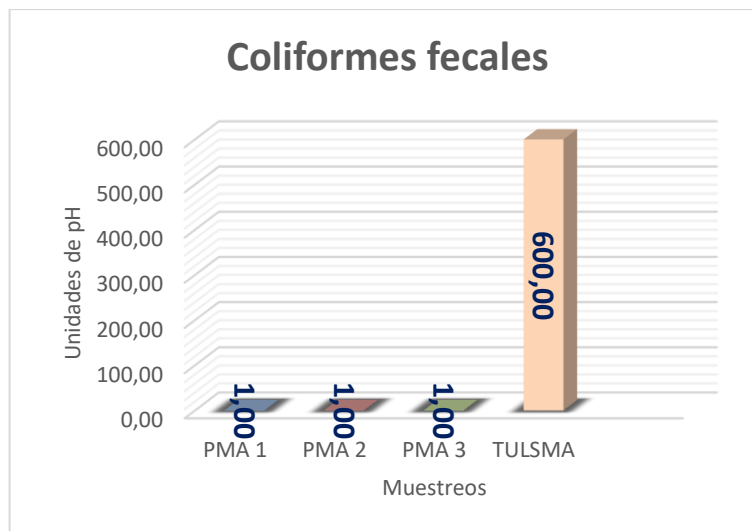


Nota. La grafica representa la comparación del valor obtenido con la legislación. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

Los datos obtenidos para coliformes fecales se encuentran muy por debajo del rango que se encuentra normado por la legislación.

Figura 35.

Comparación de coliformes fecales



Nota. La grafica representa la comparación del valor obtenido con la legislación. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

5.7. Análisis de suelo

5.7.1. Análisis *In situ*

5.7.1.1. pH

En la tabla 43, Se muestra los resultados para el potencial de hidrógeno en suelo de acuerdo con cada punto de muestreo.

Tabla 42.
pH del Suelo

Código	Descripción	pH
PMS1	Intervenido Agricultura	6
PMS2	Intervenido Ganado	5.4
PMS2	Suelo No Intervenido	6.5

Nota. La tabla describe el pH del suelo en los tres puntos de muestreo Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

El suelo no intervenido presenta un pH mayor con 6.5 dando como características que es un suelo con alta capacidad de nutrientes y microorganismos. (Ver Anexo 20. Mapa de puntos de muestreo de suelo)

5.7.1.2. Conductividad

En la tabla 44, Se muestra los resultados para la conductividad en suelo, de acuerdo con cada punto de muestreo.

Tabla 43.
Conductividad

Código	Descripción	Conductividad ds/m
PMS1	Intervenido Agricultura	2.5
PMS2	Intervenido Ganado	1.7
PMS2	Suelo no Intervenido	1.4

Nota. La tabla describe la conductividad del suelo existente en el Bosque Protector Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

El suelo intervenido por agricultura presenta mayor conductividad es decir que los grados de salinidad que representan la capacidad de solución suelo-agua son altos; debido a la presencia de agroquímicos produciendo una alteración en la química del suelo provocando que las plantas utilicen mayor energía para su crecimiento (Castillo, 2016) .

5.7.1.3. Textura de Suelo

Tabla 44.

Textura de Suelo en campo intervenido por agricultura

Parámetros	Características
Textura:	Franco Arenoso
Plasticidad:	Ligeramente Plástico
Consistencia:	No Adherente Baja Firmeza
Firmeza:	Suelto

Nota. La tabla describe la textura de suelo intervenido por agricultura existente en el Bosque Protector. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

Tabla 45.

Textura de Suelo en campo intervenido por ganadería

Parámetros	Características
Textura:	Franco Arenoso
Plasticidad:	Ligeramente Plástico
Consistencia:	No Adherente Baja Firmeza
Firmeza:	Suelto

Nota. La tabla describe la textura de suelo intervenido por ganadería existente en el Bosque Protector. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

Tabla 46.*Textura de Suelo en campo No Intervenido*

Parámetros	Características
Textura	Franco Arenoso
Plasticidad	Plástico
Consistencia	No Adherente
Firmeza	Mediana Firmeza
Suelto	

Nota. La tabla describe la textura de suelo no intervenido existente en el Bosque Protector Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

La textura de suelo presente en el Bosque Protector Umbría es franco arenoso en los tres puntos de muestreos realizados; con un ligero cambio en suelo no intervenido, obteniendo sus características principales.

5.7.2. Análisis de Laboratorio

5.7.2.1 Granulometría

En la tabla 48, se muestra el resultado de los cálculos obtenidos por medio de las ecuaciones 3, 4 y 5.

Tabla 47.*Cálculo para la granulometría de suelo*

No. Tamiz	Dimensión Malla (um)	Peso Tamiz (g)	Peso Suelo No intervenido	Peso Suelo Agrícola	Peso Suelo Ganadero	Masa Retenida	% Retenido	Dp	Textura
18	1000	398.6	422.5	421.4	424.6	422.5	13.78	1500	Arena muy gruesa
35	500	375.2	400	402	398.6	400	13.04	750	Arena Gruesa
60	250	334.9	391	345.8	373.6	391	12.07	375	Arena Media
100	150	328	357	355	357	357	11.06	200	Arena Fina

Nota. Calculo para determinar la granulometría del suelo. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

Cálculo para la granulometría de suelo

230	63	314.5	341	350.5	351.2	341	11.12	106.5	Arena muy fina
270	53	310.5	313.5	312.3	314.5	313.5	10.22	54	Limo Grueso
400	38	311.3	317.2	323.6	325.3	317.2	10.34	41.5	Limo Grueso
fondo		521.7	523.5	528.7	527.3	523.5	17.07	38	Limo Grueso
Suma			3065.7	3039.3	3072.1		100	5065	

Nota. Cálculo para determinar la granulometría del suelo. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

Tabla 48.

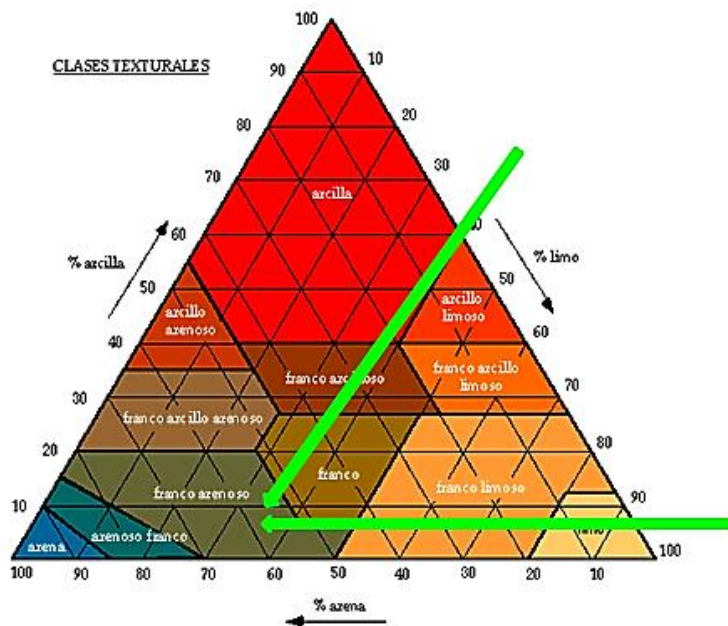
Clasificación de la granulometría de suelo

Arena		Limo	
No. Tamiz	% Retenido	No. Tamiz	% Retenido
18	13.78	270	10.22
35	13.04	400	10.34
60	12.07	fondo	17.07
100	11.06		
230	11.12		
Suma	61.07		37.63

Nota. Se describe la clasificación de granulometría que presenta el suelo. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

Figura 36.

Triangulo de Textura de Suelo



Nota. La figura describe la textura del suelo existente en el Bosque Protector Umbría. Tomado de: (Casanova, 2005).Pág. 14.

Por medio de los cálculos y el triángulo para la clasificar la textura de suelo resulto tener una textura de Arenoso Franco en los tres puntos de muestreo

5.7.2.2. Características del suelo

Tabla 49.

Características de un Suelo Franco Arenoso

Características	Arenoso	Franco
Aireación	Buena	Mediana
Infiltración	Buena	Mediana
Drenaje	Buena	Mediana
Posibilidad de compactación	Baja	Mediana
Facilidad para labranza	Alta	Mediana
Fertilidad potencial	Baja	Mediana
Habilidad para almacenar y proporcionar nutrientes	Baja	Mediana
Capacidad de retención de agua	Baja	Mediana
Escurrecimiento superficial	Baja	Mediana

Nota. La tabla describe las características físicas que contiene un suelo franco arenoso. Tomado de (Casanova, 2005).Pág. 56.

Obteniendo como resultado un suelo con textura del tipo franco arenoso, en la tabla 50 se describen las características representativas como el nivel de fertilidad, almacenamiento de nutrientes dentro de la tierra, la capacidad de retención del agua, facilidad de labranza y aireación que ayudan a tener un desarrollo óptimo para los cultivos existentes en la zona.

5.8. Modelo de gestión ambiental

Modelo de Gestión Ambiental, basado en la Teoría Ecológica de los Sistemas de Bronfenbrenner, para mejorar los hábitos de conservación del Bosque Protector Umbría.

5.8.1. Introducción

Las nuevas tendencias sociales encaminadas a la protección de los recursos naturales nos comprometen y motivan a la elaboración y diseño de modelos de gestión nuevos e innovadores, mismos que integran aspectos sociales, económicos, culturales y ambientales.

Dentro de este modelo se prioriza los valores y la educación ambiental de los habitantes a fin de promover sus derechos y deberes, potenciado y mejorando el desarrollo de competencias ambientales acorde a las demandas sociales y ecológicas del Siglo XXI, con el fin de lograr la preservación del bosque protector y cada una de sus fuentes hídricas, promoviendo la innovación y experimentación de nuevas metodologías y estrategias que permitan generar un desarrollo sostenible y garanticen la calidad de vida de la comunidad, además de poder apostar por una formación integral en una perspectiva ambiental, intercultural e inclusiva.

La importancia del desarrollo de una Gestión Ambiental integral es promover prácticas relacionadas con el uso sostenible de la energía, el agua y el suelo, el manejo correcto de los residuos sólidos, crear conciencia sobre el valor intangible de los servicios ambientales y de los ecosistemas, la conservación de la biodiversidad, la promoción de patrones de producción y consumo responsables que generen una menor huella ecológica y la adaptación al cambio climático formando hábitos y estilos de vida saludables y sostenibles acorde a sus realidades y necesidades.

5.8.2. Metodología

El Modelo de Gestión Ambiental se fundamente en la Teoría Ecológica de los Sistemas de Bronfenbrenner mismos que promueven la formación integral de cada uno de los habitantes formándolos como seres humanos con una conciencia crítica y colectiva sobre la problemática de contaminación medio ambiental y los cambios climáticos producidos a nivel local y global, lo cual se encuentra relacionado con las desigualdades sociales que genera la pobreza.

Se señala que los aprendizajes que se logren en los habitantes se dan a través de un ambiente ecológico donde se combinan un conjunto de estructuras y niveles que se encuentran interrelacionados lo cuales permiten conocer más a fondo la conducta humana y su relación con el medio ambiente.

A continuación, describiremos cada uno de estos sistemas desde los postulados establecidos por el autor y la aplicación de estos.

MICROSISTEMA

El ambiente familiar en donde los individuos se desenvuelven y relacionan, donde se adquiere conceptos básicos del cuidado y protección del ambiente influenciado por el tipo de educación en el hogar.

MESOSISTEMA

Interacciones sociales entre dos o más individuos en donde el mismo se ve influenciado por sus conocimientos ambientales adquiridos en el hogar y la toma de decisiones logrando formar, fomentar y expandir una conciencia ambiental entre vecinos, amigos y la comunidad en general.

EXOSISTEMA

Entorno en los que la persona puede o no tener una interacción directa pero los hechos que se produzcan o las decisiones que se tomen van a afectar su contexto directamente como puede ser contaminación por agentes externos, fenómenos climáticos o grupos de amigos.

MACROSISTEMA

Sistema que engloba factores culturales y políticos, determinando el desarrollo de cada persona frente a su convivencia con el medio ambiente relacionando las costumbres sociales y las regulaciones gubernamentales. Dentro de este sistema se incluyen las ideologías, los valores y las costumbres.

Todos estos sistemas se deben tener en cuenta al momento del diseño, planificación y ejecución del Modelo ambiental de Gestión basado en la Teoría de los Sistemas de Bronfenbrenner ya que permiten entender la conducta humana y de esta manera analizar su interacción con el medio ambiente logrando de esta manera dar propuestas más concretas y apegadas a la realidad.

5.8.3. Objetivos

5.8.3.1. Objetivo general

Fortalecer la Gestión Ambiental en el barrio Umbría a fin de garantizar la preservación del Bosque protector y sus fuentes hídricas contribuyendo a la búsqueda del desarrollo comunitario de una forma sostenible ambientalmente.

5.8.3.2. Objetivos específicos

- Crear programas, estrategias y lineamientos enfocadas en reforzar prácticas de gestión integral de residuos, el uso eficiente de agua y energía y el manejo ambiental responsable.
- Generar programas, estrategias y lineamientos que promuevan y ayuden a reducir y mitigar los impactos ambientales generados por la comunidad del sector.
- Diseñar lineamientos y estrategias de acción además de indicadores de cumplimiento, seguimiento y evaluación para una futura implementación de los programas ambientales propuestos.

5.8.4. Matriz para el modelo de gestión ambiental por cada parámetro

Tabla 50.

Matriz para el modelo de gestión ambiental parámetro ambiental

Matriz Parámetro Ambiental						
PROBLEMAS						
Mediante encuestas realizadas se determinó que la comunidad del BPU presenta un bajo conocimiento sobre temas ambientales.	Sistemas Ecológicos de Bronfenbrenner		Causa/Efecto	Acción	Tiempo	Responsable
	Microsistema	Existe un nivel de educación ambiental baja por parte del entorno familiar	A pesar de que los resultados obtenidos de las encuestas demuestran un alto nivel de escolaridad el nivel de educación se ha categorizado como malo en el ámbito ambiental causando una nula conciencia y cuidado de recursos naturales afectando su entorno y ecosistema	Focalizar la población vulnerable e implementar campañas, talleres prácticos y actividades de sensibilización del mal uso de los recursos naturales	Cada seis meses	Unidad de Proyectos- De la Junta Parroquial
	Mesosistema	Formación de conciencia ambiental frene a su entorno social				
	Exosistema	Circunstancias económicas no permiten adquirir una educación de calidad				
	Macrosistema	Ámbito Político deficiente en educación al no tener un respaldo presupuestario real y estable				
La comunidad ha degradado el ecosistema	Microsistema	Educación y concientización ambiental baja dentro y fuera del núcleo familiar	Mediante el cálculo de la tasa de deforestación del BPU existen terrenos destinados a la	Generar programas donde se evalúe tipos de actividades económicas, para tener	Cada seis meses	Consejo de planificación- presidente y Vicepresidencia

de la zona (páramo y BPU) por actividad agrícola y ganadera.	Mesosistema	Círculo social influenciado y dedicado a las actividades agropecuarias	actividad agropecuaria degradando la fauna y flora, generando peligro hacia las especies dentro de un bosque primario llegando a una posible extinción	diversas fuentes de ingresos como ferias de artesanías o gastronómicas con productos propios de la zona. Programa de reforestación de 5 hectáreas junto con el Ministerio de Ambiente con especies nativas, tomando como referencia los mapas de uso de suelo		ia de la parroquia
	Exosistema	Nivel económico al que se está expuesto se prioriza la actividad agropecuaria como su principal fuente de ingresos				
	Macrosistema	Ambiente político, nivel presupuestario y prácticas agrícolas que afectan al medio ambiente				
La comunidad desconoce la riqueza natural y cultural presente en el BPU.	Microsistema	Falta de valores y prácticas ancestrales acerca del cuidado y equilibrio entre hombre-naturaleza	Con base en el análisis social realizado existe un desapego cultural relacionado con cuidado de los recursos naturales, viéndolos como secundarios a la hora de producir; generando una mayor destrucción en la zona	Fomentar charlas educativas y ejercicios prácticos, donde se enseñe lo valioso del porque cuidar y regenerar el espacio que sea destinado para producir, logrando un vínculo favorable	Cada mes	Departamento de instancias de participación- Junta Parroquial
	Mesosistema	Entorno social separado de costumbres				
	Exosistema	Producción intensa para generar un recurso económico desvinculando de prácticas amigables con el ambiente				
	Macrosistema	Perdida de prácticas culturales sustentables con el ambiente				

Dentro de la comunidad se presenta reducción de caudal de agua en vertientes naturales y ojos de agua por actividad agropecuaria .	Microsistema	Nivel de instrucción deficiente acerca del cuidado del agua	Mediante un análisis de campo y caudal se detectó la alteración del curso natural del recurso hídrico para actividades agropecuarias causando una posible sequía en la dotación de curso de agua destinado para agua potable.	Desarrollar como estrategia programas de formación acerca de las causas y pérdida de ecosistema al intervenir en cauces naturales de agua. Por medio de los mapas de isotermas e isoyetas se puede planificar los meses donde exista mayor caudal por precipitación y tener un plan de reserva para agua potable.	Cada dos meses	Junta de Agua Parroquial
	Mesosistema	No existe una buena información en la comunidad acerca del cuidado del recurso hídrico				
	Exosistema	Recurso intervenido de su curso natural para ser desviado y ser ocupado para agua de riego en los terrenos				
	Macrosistema	Falta de políticas que sancionen a la comunidad al alterar el curso natural del agua.				
Bajo cuidado por parte de la comunidad en la calidad del recurso hídrico dentro del BPU	Microsistema	Falta de conocimiento acerca del cuidado y preservación del recurso hídrico dentro del hogar	A pesar de que los análisis de agua reflejan una calidad de agua media no existe el cuidado adecuado por parte de la comunidad como mayor problemática se tiene la contaminación por ganado cerca de cursos de agua donde degradan el estado	Garantizar un buen mantenimiento de tuberías para evitar una contaminación directa al recurso hídrico y delimitar la zona de crianza de animales lejos de las fuentes naturales de agua	Cada dos meses	Junta de Agua Parroquial
	Mesosistema	En el ámbito social la comunidad que se desarrolla no fomenta la conciencia ambiental del recurso hídrico				
	Exosistema	Se enfoca en un sistema de producción sin tomar en cuenta la contaminación producida especialmente por la ganadería				

	Macrosistema	Falta de políticas que sancionen a la comunidad al alterar un recurso natural	natural de este recurso causando alteraciones en su estado químico.			
--	--------------	---	---	--	--	--

Nota. Matriz del parámetro ambiental sus causas, efectos y acciones a tomar. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

Tabla 51.

Matriz para el modelo de gestión ambiental parámetro económico

Matriz Parámetro Económico						
PROBLEMAS						
Desacuerdos por parte de la comunidad para el desarrollo de la actividad ecoturística con manejo comunitario	Sistemas Ecológicos de Bronfenbrenner		Causa/Efecto	Acción	Tiempo	Responsable
	Microsistema	Falta de aprendizaje enfocado en educación ambiental combinado con emprendimiento desde el hogar.	El análisis social demuestra una baja relación comunitaria en el barrio y la falta de interés y de apoyo dentro de la misma	Realizar un plan ecoturístico junto con los miembros que disponen terrenos dentro del BPU para realizar una capacitación acerca del adecuamiento del área y el emprendimiento.	Cada dos meses	Departamento Consejo de Participación-presidente, vicepresidente y Vocales
	Mesosistema	En el ámbito social existe falta de apoyo comunitario cuando existe propuestas innovadoras	que genera dispersión e individualismo provocando que exista mayores fuentes de empleo para más miembros del hogar			
	Exosistema	Existe mayor presión por generar un ingreso considerado como estable obtenido por la actividad agropecuaria				

	Macrosistem a	No existe apoyo por parte de las autoridades para fomentar el desarrollo de actividades turísticas				
Implementación de otras fuentes para ingresos económicos	Microsistem a	Expectativas regulares acerca del crecimiento y desarrollo por no ser fomentadas en el hogar	Falta de conocimiento sobre innovación de productos locales para su desarrollo causando la dependencia de una sola fuente económica	Realizar charlas, capacitaciones y talleres del cómo se puede generar productos locales con el apoyo de la comunidad, realizando ferias y exposiciones como medio de difusión	Cada seis meses	Departamento Consejo de Participación-presidente, vicepresidente y Vocales
	Mesosistema	Falta de conocimiento por parte de la comunidad para trabajar en conjunto y formar organizaciones				
	Exosistema	Dependencia de una sola fuente de ingresos para las familias				
	Macrosistem a	Falta de apoyo por parte de autoridades para buscar fuentes sustentables de empleo				

Nota. Matriz del parámetro ambiental sus causas, efectos y acciones a tomar. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020.

Tabla 52.*Matriz para el modelo de gestión ambiental parámetro político*

Matriz Parámetro Político					
PROBLEMAS					
Espacio físico no funcional y falta de equipamiento, ya que se encuentran desgastadas	Sistemas Ecológicos de Bronfenbrenner		Causa/Efecto	Acción	Tiempo
	Microsistema	Personas insatisfechas al no sentir que forman parte de avances en la comunidad	Comunidad insatisfecha al no contar con un espacio físico donde puedan ser escuchados e informados causa falta de interés proyectos establecidos por las autoridades	Destinar un presupuesto o colaboración comunitaria para la creación de espacios físicos donde cuenten con implementos adecuados para generar un ambiente de comunicación entre la parroquia	Cada año
	Mesosistema	Comunidad insatisfecha por no contar con implementos necesarios para socializar información importante para su desarrollo			
	Exosistema	En el ámbito social al no contar con un espacio físico para el intercambio de ideas muestran desinterés en futuro proyectos			
					Presidente, vicepresidente

	Macrosistema	Autoridades no cuenta con un presupuesto estable para invertir en espacios dinámicos y trabajar en las falencias actuales				
Aplicación de leyes, reglamentos vigentes y sanciones a la comunidad cuando se tiene terrenos dentro de un bosque protector	Microsistema	Poco conocimiento en la implementación de normativa fomentada en el hogar	Al no tener una buena información acerca de la normativa dificulta que se cumplan los estándares para cuidado del medio ambiente logrando evadir sanciones y responsabilidades	Contar con una campaña masiva de información y sanciones drásticas al incumplir contratos de predios otorgados por el municipio con la condición de tener un cuidado sustentable en el territorio	Cada mes	Presidente, vicepresidente
	Mesosistema	falta de conocimiento de normativa a nivel de comunidad				
	Exosistema	Poco conocimiento de leyes y sanciones al contaminar un terreno que está dentro de un bosque protector				
	Macrosistema	expansión de información y cumplimiento de normativa por parte las autoridades hacia la comunidad				

Nota. Matriz del parámetro ambiental sus causas, efectos y acciones a tomar. Elaborado por: Arias C. e Hinojosa M., 2020

5.8.5. Programas

5.8.5.1. Educación ambiental

Objetivo: Implementar el programa de educación ambiental denominado “Protegiendo Umbría” el cual tiene la finalidad de motivar el interés comunitario, mismo que se verá reflejado en el sentido de apropiación y pertenencia por el bosque protector.

Estrategias:

1. Desarrollar una formación y generar un cambio cultural que fomente aquellas responsabilidades tanto individuales como colectivas y su relacionamiento entre la comunidad y su medio ambiente.
2. Organizar grupos de trabajo que involucren poblaciones establecidas como lo son niños y niñas, jóvenes, adultos y personas de la tercera edad.
3. Aprendizaje colaborativo en actividades lúdicas y participativas en donde la población adquiera una educación ambiental con un sentido de apropiación y pertenencia del barrio y el bosque.

Sub programa:

Educando a pie

- Realizar recorridos guiados a los niños de la comunidad el último domingo de cada mes por el interior del Bosque protector con la finalidad de promover el sentido de apropiación entre los más jóvenes

- Socializar y enseñar sobre los distintos componentes bióticos y abióticos que componen el bosque.
- Sensibilizar sobre el perjuicio de la intervención humana y las consecuencias negativas de la expansión de la frontera agrícola.

Fan page, “Bosque Protector umbría”

- Hacer un fan page en Facebook y demás redes sociales para dar a conocer el Bosque Protector Umbría y que sirva como vía de comunicación de sus programas.
- Contribuir a la promoción del turismo.

Meta: Educar ambientalmente al menos al 50% de los pobladores aledaños al bosque protector, además de incentivar un sentido de apropiación y pertenencia por el mismo hasta el 2025.

5.8.5.2. Cuidado del agua y suelo

Objetivo: Fomentar el cuidado del agua y el suelo, a través del uso eficiente del recurso hídrico, además de contribuir a su conservación.

Estrategias:

1. Orientar la formación y cambio cultural frente al uso eficiente de los recursos naturales.
2. Fortalecer a la comunidad sobre el uso razonable recurso hídrico y suelo, apoyada por campañas educativas que muestren los impactos negativos que genera su uso excesivo.

Sub programas:

Cada gota cuenta

- Fomentar la recolección de agua lluvia mediante tanques cisterna mismo que será empleado en el riego agrícola o de huertas.
- Incentivar el cierre de la llave de agua del lavamanos mientras se cepilla los dientes.

Agricultura ecológica

- Desarrollo de campañas educativas y/o actividades que den a conocer los impactos negativos del uso de agroquímicos.
- Desarrollar talleres participativos de elaboración de abonos verdes y composteras.

Meta: Reducir la cantidad promedio de consumo de agua potable en un 8% por hogar e incrementar en un 20 % el uso de abonos verdes todo esto para el período 2021 -2025

5.8.5.3.Gestión integral de residuos solidos

Objetivo: Fomentar labores encauzadas en la minimización de la producción de residuos sólidos inorgánicos, a través de procesos de sensibilización y fortalecer el aprovechamiento del material reciclable considerado como aprovechable y orgánico.

Estrategias:

1. Promover la separación en la fuente, potenciar actividades como la disminución del consumo de material plástico, el reciclaje y el reusó de los materiales aprovechables.
2. Desarrollar estrategias de educación y un cambio cultural en torno a las responsabilidades individuales y comunitarias frente al manejo de residuos.
3. Dar un mayor control al tratamiento final de residuos

Sub programas:

Abono comunitario

- Crear una compostera comunitaria donde la comunidad pueda entregar sus residuos orgánicos mismos que deberá contar con el acompañamiento técnico de un encargado de las autoridades.
- Socializar los beneficios del uso de abonos naturales en la huerta y terrenos de cada uno de los habitantes.
- Promocionar practicas agroecológicas enfocadas en cuidado del ambiente.

ReciclARTE

- Desarrollar talleres y actividades lúdicas enfocadas en las niñas y niños de la comunidad que les permita aprender a elaborar objetos a nuevos a partir de material reciclado.
- Socializar a cerca de la importancia de las 3 R's: Reducir, reutilizar y reciclar.

Meta: Reducir la cantidad promedio de residuos sólidos y lograr que el que al menos el 30 % de los residuos sólidos aprovechables sean reciclados hasta el 2025.

5.8.6. Seguimiento y evaluación

Se realizará un informe de manera trimestral y anual, mismo que incluirá porcentaje de cumplimiento de las metas con sus debidos hallazgos y recomendaciones. Dicho documento deberá incluir:

1. Análisis del cumplimiento de metas por cada objetivo descrito
2. Porcentaje de cumplimiento anualizado
3. Conclusiones y recomendaciones
4. Plan de acción

Para el desarrollo del porcentaje de cumplimiento anualizado de las metas, se lo realizará de la siguiente forma:

$$\text{Cumplimiento anual de meta} = \frac{\text{línea base} - \text{meta alcanzada período}}{\text{meta anualizada}}$$

Entiéndase como línea base a toda la información biótica, abiótica, socio económica y cultural obtenida previamente en los resultados descritos en este documento.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

A partir de información obtenida del PDOT y en el estudio de campo realizado la actividad humana en el interior del bosque protector ha incrementado; lo cual se ha evidenciado reflejado en una expansión de la frontera agrícola.

El estado anterior y actual del Bosque Protector Umbría presenta cambios en el transcurso del tiempo. Los asentamientos humanos y la tasa de deforestación evaluada en el territorio es muy notaria; por ende, se concluye que existe una alta intervención y pérdida de cobertura vegetal mostrando la tala de especies nativas por terrenos ocupados para fines agrícolas y ganaderos que a pesar de ser considerados de pequeña escala han afectado al área de estudio

En los cuatro periodos evaluados se concluye que existe una pérdida significativa de hectáreas de bosque que van desde 36,34 ha en el año de 1969 hasta 20,86 ha en la actualidad.

En cada uno de los tres puntos de muestreo para el parámetro de agua existe una ligera variación en los niveles de contaminación. Por consiguiente, se concluye que por medio de la evaluación de los diez parámetros del índice de calidad de agua (ICA-NSF) se registra una calidad de agua de nivel medio en todos los puntos muestreados.

Por medio de la medición del aforo de caudal en los puntos de muestreo para el parámetro de agua; se concluye que existe una disminución de caudal por intervención al curso de agua natural provocando sequía ocasionalmente.

En comparación con la legislación nacional vigente el agua se encuentra enmarcado dentro de los límites determinados por la ley a excepción de un parámetro.

Se concluye que el suelo existente en la zona del Bosque Protector Umbría es del tipo franco arenoso, mismo que presenta una alta fertilidad y gran cantidad de nutrientes ricos en nitrógeno, fosforo generando que los cultivos sembrados se desarrollen con normalidad y con una alta calidad

Se concluye que existe una alta conductividad en suelo intervenido por la agricultura provocando una alta salinidad por el consumo de agroquímicos en sus cultivos, alterando las características químicas de este.

El barrio cuenta con un gran potencial turístico, agrícola y pecuario mismo que no ha sido explotado de la manera más adecuada y eficiente por la comunidad.

Se registra un deficiente conocimiento en educación ambiental dentro de la comunidad provocando que no existan prácticas ambientales enfocadas en el cuidado de los recursos naturales.

Se concluye que no existe una buena información e implementación de legislación hacia la comunidad por parte de las autoridades a cargo acerca de la protección y cuidado de los recursos naturales.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda potenciar el cuidado y protección de los recursos forestales existentes en el interior del bosque protector esto con el fin de preservar la calidad de los recursos hídricos y la biodiversidad existente.

Se recomienda realizar análisis de la calidad del agua anuales con el fin de mantener la calidad del recurso hídrico y un mantenimiento y limpieza semestral de los tanques de captación y rompe presión para evitar contaminación por agentes externos.

Delimitar la zona de cría de animales para evitar que exista contaminación a las fuentes de agua.

Dar un mayor control al tratamiento final que realizan los habitantes a los desechos sólidos para evitar que estos sean arrojados a las quebradas, al interior del bosque o cerca de las fuentes de agua.

Promocionar prácticas agrícolas más sustentables enfocadas en el cuidado y protección del suelo evitando la contaminación por químicos perjudiciales.

Implementar y fortalecer los programas, proyectos, capacitaciones y talleres de educación ambiental donde la comunidad participe activamente teniendo como eje principal a los niños y niñas siendo ellos quienes se encargue de difundir un mensaje de cuidado al medio ambiente.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, P., Fernandez, F., & Benalcazar, A. (19 de 02 de 2015). *Tratamiento y Tipos de Imágenes Satelitales*. (E. O. Distributor, Ed.) Recuperado el 08 de 2020, de <https://www.esri.com/ec/esri-dummies/sig/>
- Alvarado, M. S., & Calle, P. D. (2016). *DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ICA-NSF*. Obtenido de Cuenca-Ecuador: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23518/1/tesis.pdf>
- Alvarado, M. S., & Calle, P. D. (04 de 2016). *DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ICA-NSF DE LOS RÍOS MAZAR Y PINDILIG*. (U. D. CUENCA, Ed.) Recuperado el 10 de 2020, de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23518/1/tesis.pdf>
- APHA. (2017). *Stándar Methods for the Examination of Water and Waster*. Washington Dc, USA.
- Arteaga, F., & James, V. (2014). Variabilidad de Parámetros Físicos del Suelo Respecto a la Escala de Muestreo. Análisis en Terreno de Bajo Riego. *Asociación Argentina Cinencia del Suelo*, 4(1), 4-6.
- Bedriñana, K. S. (11 de 2014). *ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES EDÁFICAS QUE DETERMINAN LA FERTILIDAD DEL SUELO EN EL SISTEMA DE ANDENERÍA DE LA COMUNIDAD CAMPESINA*. (P. U. Perú, Ed.) Recuperado el 08 de 2020, de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5836/YAKABI_BEDRI_NANA_KATIUSCA_FERTILIDAD_SUELO.pdf?sequence=1

- Belarcos, C. (2018). Imágenes Satelitales y sus Aplicaciones. *Land-Info Worldwide Mapping, LLC*, 24-35.
- Blanco, J., Veragoz, A., & Uñan, F. (16 de 12 de 2013). Modelos ecológicos: descripción, explicación y predicción. *Ecosistemas-REVISTA CIENTÍFICA DE ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE*, 3(4), 2-5.
- Bocco, G., Equihua, M., & Challenger, A. (19 de 08 de 2014). Applying the concept of the Socio-ecological system: scope, possibilities and limitations in the environmental management of Mexico. *Investigación en Ecología de Ecosistemas*, 6(4), 15-17.
- Campaña, J. (2015). *ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL* . Quito : Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mejía.
- Canal Calderón Angulo Bruno Eduardo. (02 de 07 de 2020). *Determinación Coliformes Totales y Termotolerantes - Método NMP - Procedimiento*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=KZXssEMMOpY>
- Carapaz, L. (2012). *Lineamientos para los bosques protectores*. Ministerio del Ambiente, Secretaria del Medio Ambiente , Quito, Ecuador.
- Casanova, E. (09 de 2005). *Introducción a la Ciencia del Suelo* . (U. C. Venezuela, Ed.) Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=k4FXuHW1ozQC&pg=PA80&dq=triangulo+de+suelo&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwii2KLEmJ3uAhUh01kKHZGNBbMQ6AEwAHoECAMQA#g#v=onepage&q=triangulo%20de%20suelo&f=false>

- Castillo, T. (08 de 2016). *COMPRESIBILIDAD Y RESISTENCIA AL CORTE DE SUELOS SALINIZADOS Y SODIFICADOS POR IRRIGACIÓN*. (U. N. Plata, Ed.) Recuperado el 01 de 2021, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/1939/tesisUPV2695.pdf;jsessionid=DD2944D1D5453FD1219DAD5622E160E3?sequence=1>
- Changon, J. V., & Peralta, F. G. (05 de 2018). *Calidad de agua, Factores y Componentes*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Ciancaglini, N. (2013). Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico. *INSTRUCTIVO(3), 5th*. San Juan, Colombia: Investigador INTA EEA.
- Código Orgánico Ambiental. (21 de 08 de 2018). Quito, Ecuador.
- Cunya, A. S., & Velásquez, M. M. (09 de 2016). *POTENCIAL DE LA FLORA MEDICINAL SILVESTRE CON FINES DE CONSERVACIÓN EN EL DISTRITO LA ENCAÑADA - CAJAMARCA*. (U. N. CAJAMARCA, Ed.) Recuperado el 07 de 2020, de <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2501/TESIS%20DOCTORAL%20SEMINARIO%20CUNYA%20ALEJANDRO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Droege, O. A. (2015). *LA IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO DE LOS ECOSISTEMAS*. Departamento de Postgrado . Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Humanidades.
- Espinoza, A., Ortiz, R., & Mendoza, E. (2017). *Guía Técnica para Muestra de Suelo* (Primera Edición ed.). (C. G. TMC, Ed.) Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria y Catholic Relief Services (CRS).

- Eugenio, N. R., McLaughlin, M., & Pennock, D. (2019). La Contaminación del Suelo: Una Realidad Oculta. *Alianza Mundial por el Suelo*, 5(1), 34-40.
- Falconi, T. (13 de 08 de 2012). *Algunos conceptos sobre: Cartografía y SIG Hacia la representación del territorio*. (G. F. UdelaR, Ed.)
- Fernandez, C. (2016). *Objetivo 7 Garantizar la Sostenibilidad del Ambiente frente al ámbito bosque protectores*. Quito : Flacson.
- Fernandez, M. Á., Zapatero, B. M., & Bernabé, R. R. (2013). *Biología Conceptos Básicos*. México: Grupo Noriega Lumisa .
- Gallardo, F., & Castillo, S. (2018). *Plan de Manejo Ambiental para el área del Bosque Protector El Placer y La Florida*. Ibarra : Universidad Técnica el Norte.
- Ganzenmüller, A., Riofrío, M. G., & Baquero, F. (15 de 07 de 2010). Caracterización ecosistémica y evaluación de efectividad de manejo de los bosques protectores y bloques del Patrimonio Forestal ubicados en el sector ecuatoriano del Corredor de Conservación. *Ministerio de Ambiente*, págs. Quito-Ecuador.
- Heredia, F., & Pastrami, M. E. (2016). Biodiversidad frente al régimen privado . Chile-Santiago de Chile .
- INEN 2169. (1998). Agua. Calidad Del Agua. Muestreo Manejo y Conservación de Muestras. (CIIU:42420), *Primera Edición* , 4-23. Quito: WATER. WATER QUALITY. SAMPLING. DESIGN OF SAMPLING PROGRAMMES.
- INEN 2176. (2013). Norma Técnica de calidad de agua, muestreo y técnicas de muestreo. *Primera Edición*. Quito, Ecuador.

- INEN-ISO 10381-2. (01 de 2014). CALIDAD DEL SUELO. MUESTREO. PARTE 2: DIRECTRICES SOBRE TÉCNICAS DE MUESTREO. Quito-Ecuador : SOIL QUALITY. SAMPLING. PART 2: GUIDANCE ON SAMPLING TECHNIQUES.
- Lassaga, S. S. (10 de 2015). *MUESTREO Y ANÁLISIS DE SUELOS PARA DIAGNÓSTICO*. San José, Costa Rica: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Ley Forestal y de Conservación De Areas Protegidas Naturales y Vida Silvestre. (09 de 10 de 2004). LA COMISION DE LEGISLACION Y CODIFICACION. *Codificación 17*. Quito, Ecuador: Lexis.
- Libro VI Anexo 2. (29 de 03 de 2017). NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS. *TULSMA*. Ecuador: Acuerdo N° 97.
- Londoño, C. L. (01 de 06 de 2016). Los recursos naturales y el medio ambiente en la economía de mercado Environmental and natural resources in the market economy. *Revista Científica Guillermo de Ockham*, 4(1), 25-42.
- Lopez, S., & Piñeda, G. (2017). *Descripción del área de estudio y mapa de ubicación para el proyecto de reforestación en la provincia de Cartago en Costa Rica*. Costa Rica: CEDO-CRID.
- MAE. (17 de 03 de 2015). *Ministeio del Ambiente* . Obtenido de Boques Protegidos en el Ecuador : <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/content/bosques-protectores>
- Manzano, D. E. (03 de 05 de 2014). *El Tráfico de Fauna Silvestre en la Ciudad del Tena y la Intervención de la Unidad de Protección del Medio Ambiente* . (U. C. Ecuador, Ed.)

Recuperado el 08 de 2020, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7384/1/T-UCE-0013-Ab-341.pdf>

Mecca, J. C. (02 de 2018). *ANÁLISIS Y MODELACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDROLÓGICO DE LAS LAGUNAS DON TOMÁS Y BAJO GIULIANI SANTA ROSA, LA PAMPA*. (U. N. PAMPA, Ed.) Recuperado el 09 de 2020

Montenegro, C., Bono, J., & Gasparri, I. (2015). *ESTIMACIÓN DE LA PÉRDIDA DE SUPERFICIE DE BOSQUE NATIVO Y TASA DE DEFORESTACIÓN*. Argentina : UMSEF Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal - Dirección Bosques .

Muela, M. P. (13 de 09 de 2017). *Influencia de la cobertura vegetal y las propiedades del suelo en respuesta hidrológica: generación de escorrentía*. (U. d. Zaragoza, Ed.) Recuperado el 08 de 2020, de <https://core.ac.uk/download/pdf/36119043.pdf>

NORIEGA, M. V. (05 de 2016). *LEVANTAMIENTO DE LÍNEA BASE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA COMUNIDAD DE MINAS CHUPA, PARROQUIA SAN JOSÉ DE MINAS – DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO*. (U. I. SEK, Ed.) Obtenido de <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/1469/1/Tesis%20Cambio%20Clim%C3%A1tico%20Final%20PDF.pdf>

Ordoñez, A. G., & Pelaez, M. T. (06 de 2015). *ESTUDIO DEL INTERCAMBIO DE AGUA SUPERFICIAL Y AGUA SUBTERRANEA EN EL RÍO CUMBE*. (U. D. CUENCA, Ed.)
Recuperado el 09 de 2020, de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4520/1/TESIS.pdf>

- PDOT. (09 de 2020). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA DE ALOASÍ. Pichincha: GAD parroquial de Aloasí.
- Reino, A. E. (15 de 02 de 2014). *Aplicación de GIS en la implementación del sistema de control Georeferenciado para la Red Distribución del Sistema de Agua Potable*. (U. S. Quito, Ed.) Recuperado el 08 de 2020, de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/3373/1/110679.pdf>
- Rodríguez, R. I. (09 de 2012). *FACTORES SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES QUE INFLUYEN EN LA DEMANDA DE UNA CARRERA UNIVERSITARIA EN LA LIBERTAD: UNA APLICACIÓN DEL ANÁLISIS CLUSTER*. (U. N. TRUJILLO, Ed.) Recuperado el 09 de 2020, de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4825/TESIS%20DOCTORADO%20ROSA%20MORENO%20RODR%c3%8dGUEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Roman, C. P., González, A. B., & Martín, F. D. (05 de 10 de 2012). *Hacia un nuevo modelo de gestión medioambiental*. (U. C. Madrid, Ed.) Obtenido de Observatorio Medioambiental : https://doi.org/10.5209/rev_OBMD.2011.v14.37291
- Sanchez, J. S., Reyes, A. V., & Zamora, A. O. (04 de 2012). ICA POBLACIÓN EN LA SUBCUENCA DEL RÍO ZAHUAPAN, MÉXICO. *Centro de Investigación en Ciencias Biológicas*, 4(1), 5-10.
- Sandoval, E., Márquez, O., Barrios, M., & Bastardo, Y. (2012). CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO Y SU ASOCIACIÓN CON MACROELEMENTOS EN ÁREAS DESTINADAS A PASTOREO EN EL ESTADO YARACUY. *Sistema de Información Científica*, 24(2), 121-126.

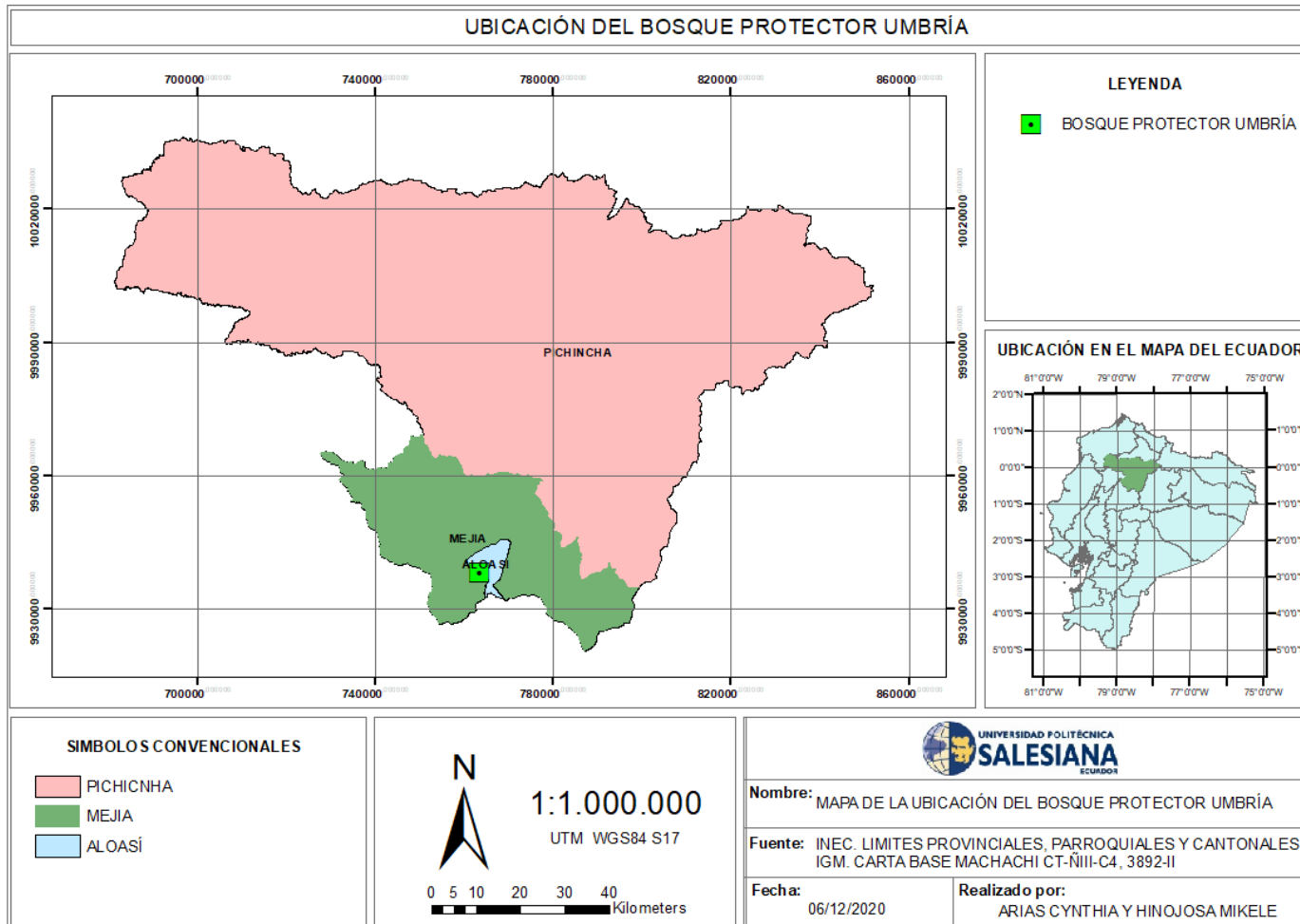
- Scharler, J., & Fath, L. (09 de 2013). *Ecological Modeling in Environmental Management: History and Applications*. California. Obtenido de DOI: 10.1016/B978-0-12-374711-2.00903-7
- SENPLADES. (2015). *Tasa de Deforestación y características*. Quito.
- Soto, M. d., & Garay, J. A. (2015). ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS GRANULOMETRÍAS POR SEDIMENTACIÓN, PARA DETERMINAR LOS PORCENTAJES DE ARCILLAS EN LOS SUELOS FINOS DE LA REGIÓN SAN MARTÍN. *ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL*, 2, 45-60. San Martín, Perú: MCLM.
- Tene, J. M., & Gomez, M. C. (03 de 2017). *EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA POTABLE*. Cuenca: Lexius.
- Valdez, J. F. (09 de 2017). *Análisis e agua, muestreos y legislación* . (C. I. Remediación, Ed.) Obtenido de https://www.celec.gob.ec/transelectric/images/stories/baners_home/EIA/cap42_lt_santo_domingo_esmeraldas.pdf
- Valladares, A. I. (2014). *ANÁLISIS DE LAS VARIACIONES DE LAS RESERVAS DE AGUA EN LA REGIÓN HÍDRICA DE LOS ESTEROS DEL IBERÁ, CORRIENTES, ARGENTINA*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA , Secretaría de Investigación y Postgrado, Santa Rosa, La Pampa.
- Vanegas, N. M. (05 de 11 de 2018). *EVALUACIÓN DE FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL SERVICIO HÍDRICO EN DOS MICROCUENCAS DE LA JURISDICCIÓN CAR CUNDINAMARCA*. Obtenido de CARRERA DE BIOLOGIA: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8500/tesis459.pdf;sequence=1>

Vizcaíno, C. D. (06 de 2017). *ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO Y MODELIZACIÓN DE LOS DESPRENDIMIENTOS ROCOSOS EN LA CIUDAD DE SEGOVIA Y SU ENTORNO*. (U. C. MADRID, Ed.) Recuperado el 09 de 2020, de https://eprints.ucm.es/45313/1/TFM_Isabel_del_Portillo.pdf

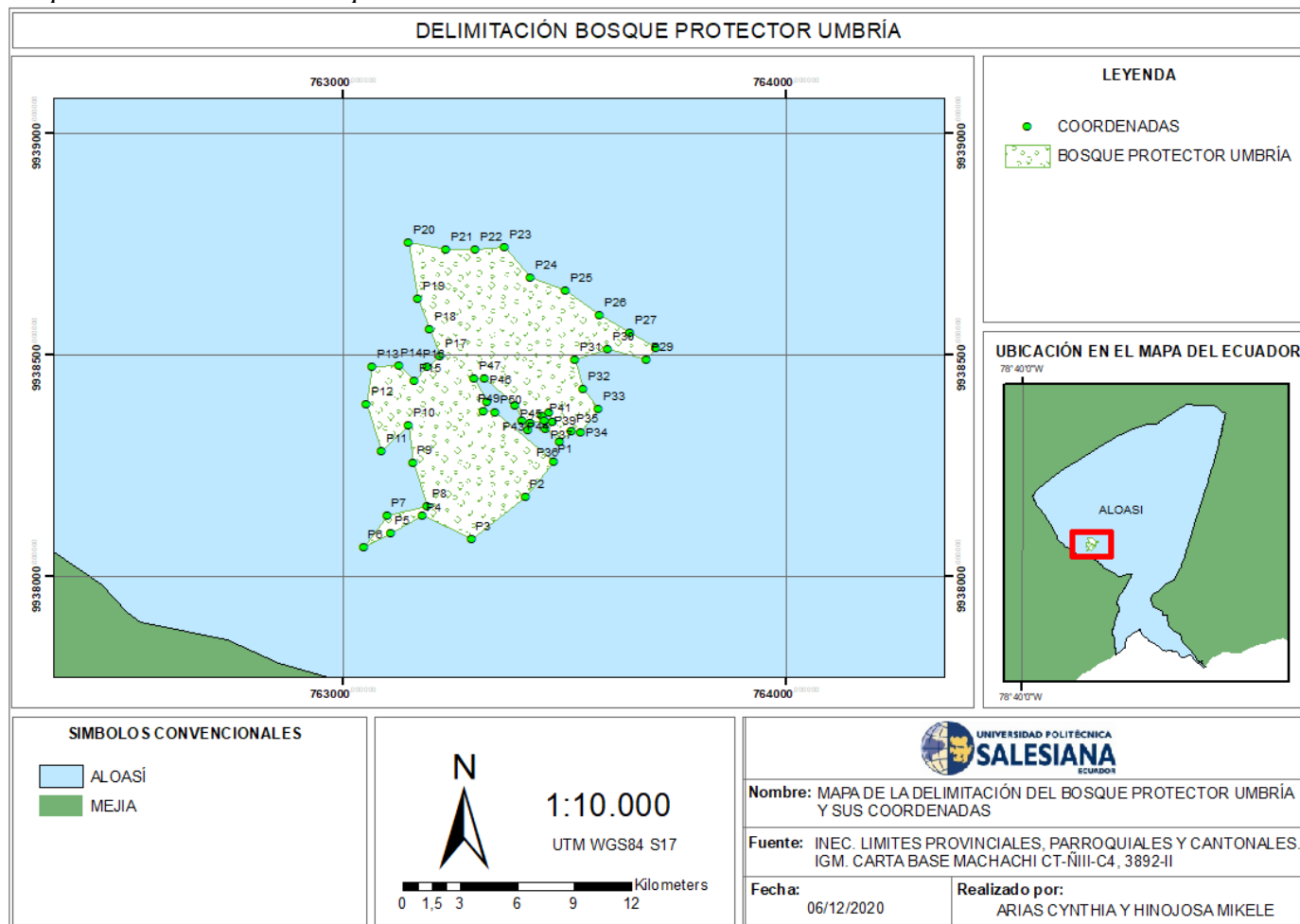
Zhunio, D. P. (12 de 2017). *EVALUACIÓN DE LA REGENERACIÓN NATURAL, SU RELACIÓN CON VARIABLES AMBIENTALES Y DE COBERTURA ARBÓREA EN ECOSISTEMAS NATURALES ALTO ANDINOS DE LA PROVINCIA DEL AZUAY*. (U. D. CUENCA, Ed.) Recuperado el 08 de 2020, de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28291/1/Tesis.pdf>

8. ANEXOS

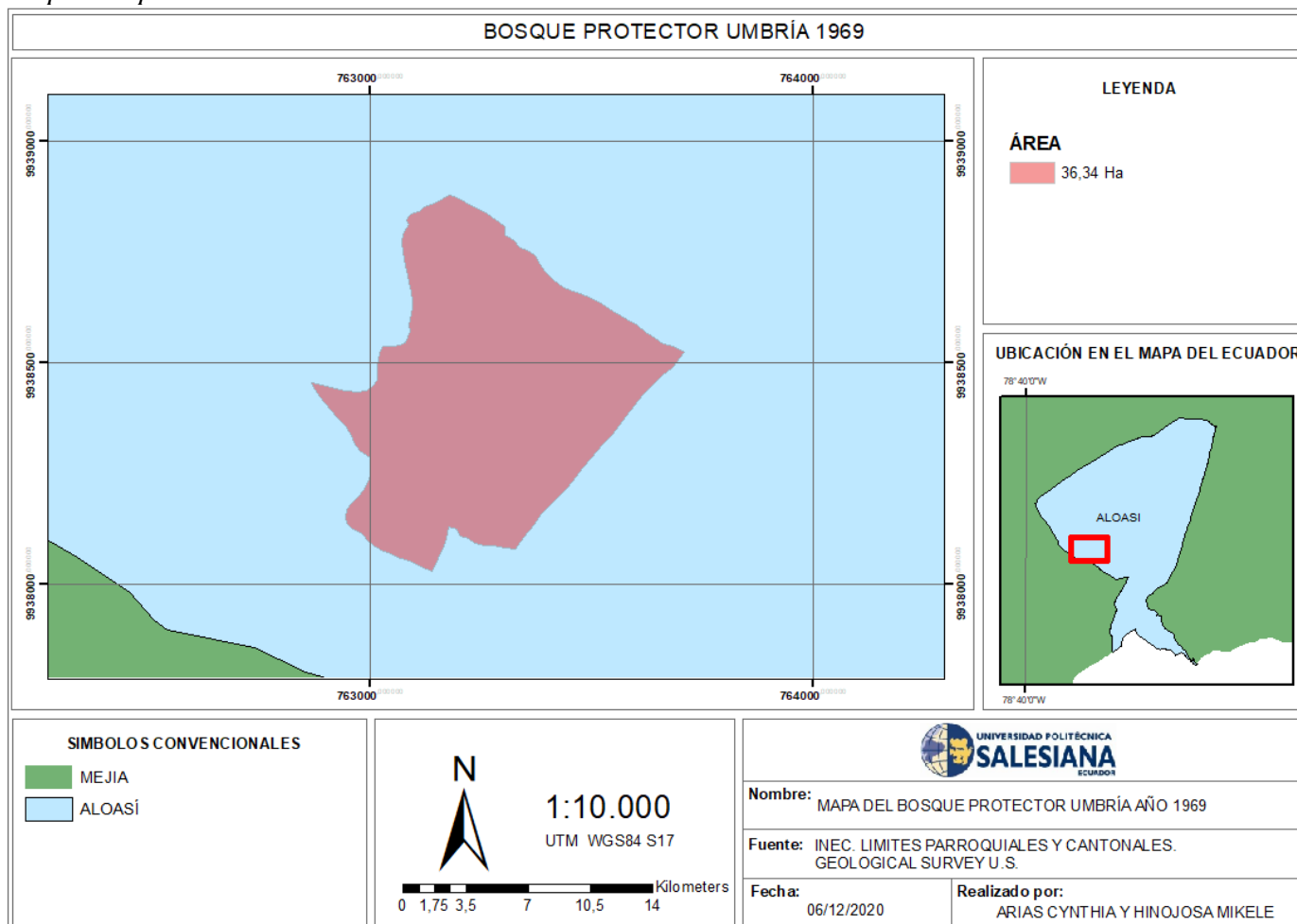
Anexo 1. Mapa Ubicación del bosque protector Umbría



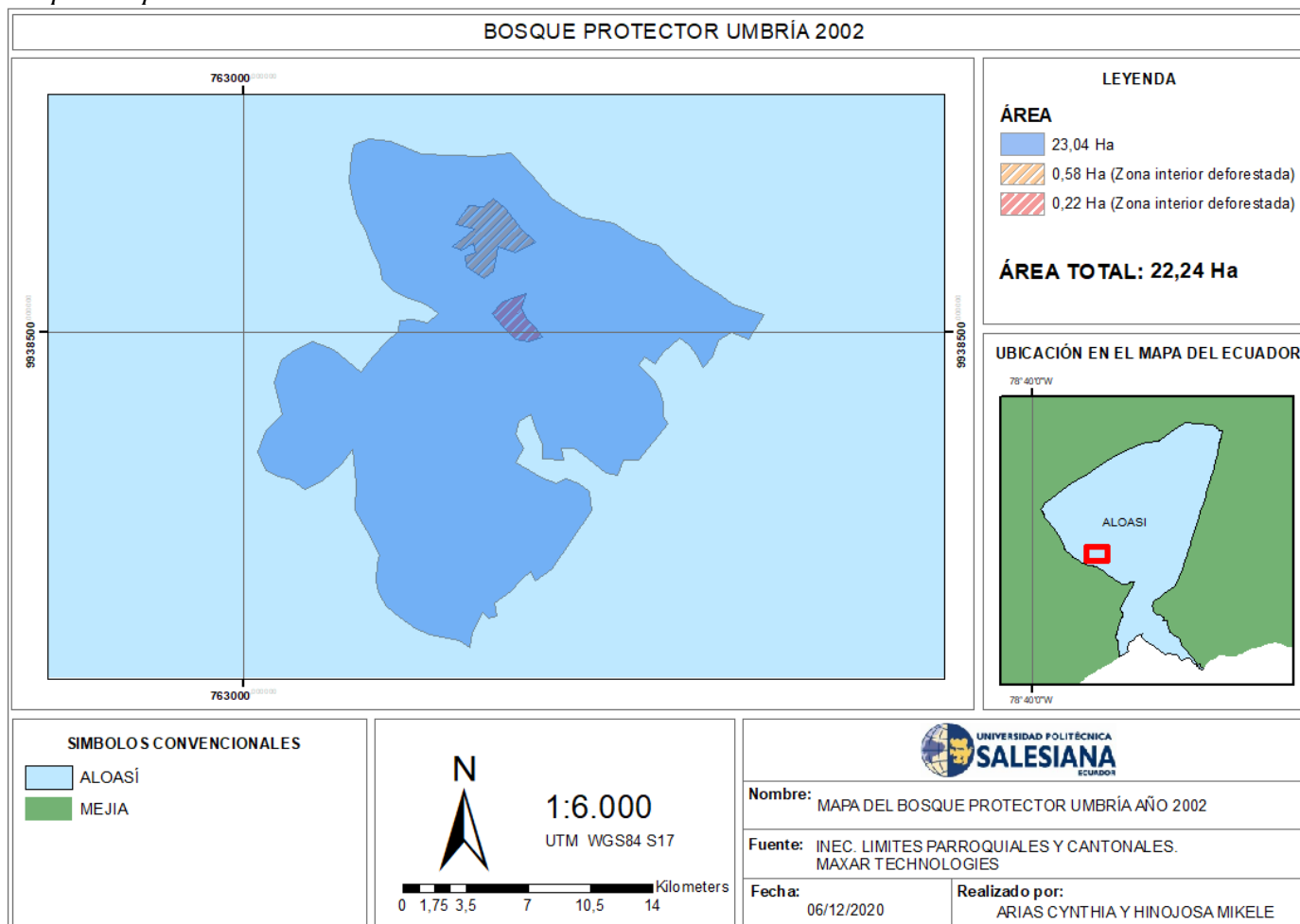
Anexo 2. Mapa Delimitación del Bosque Protector Umbría



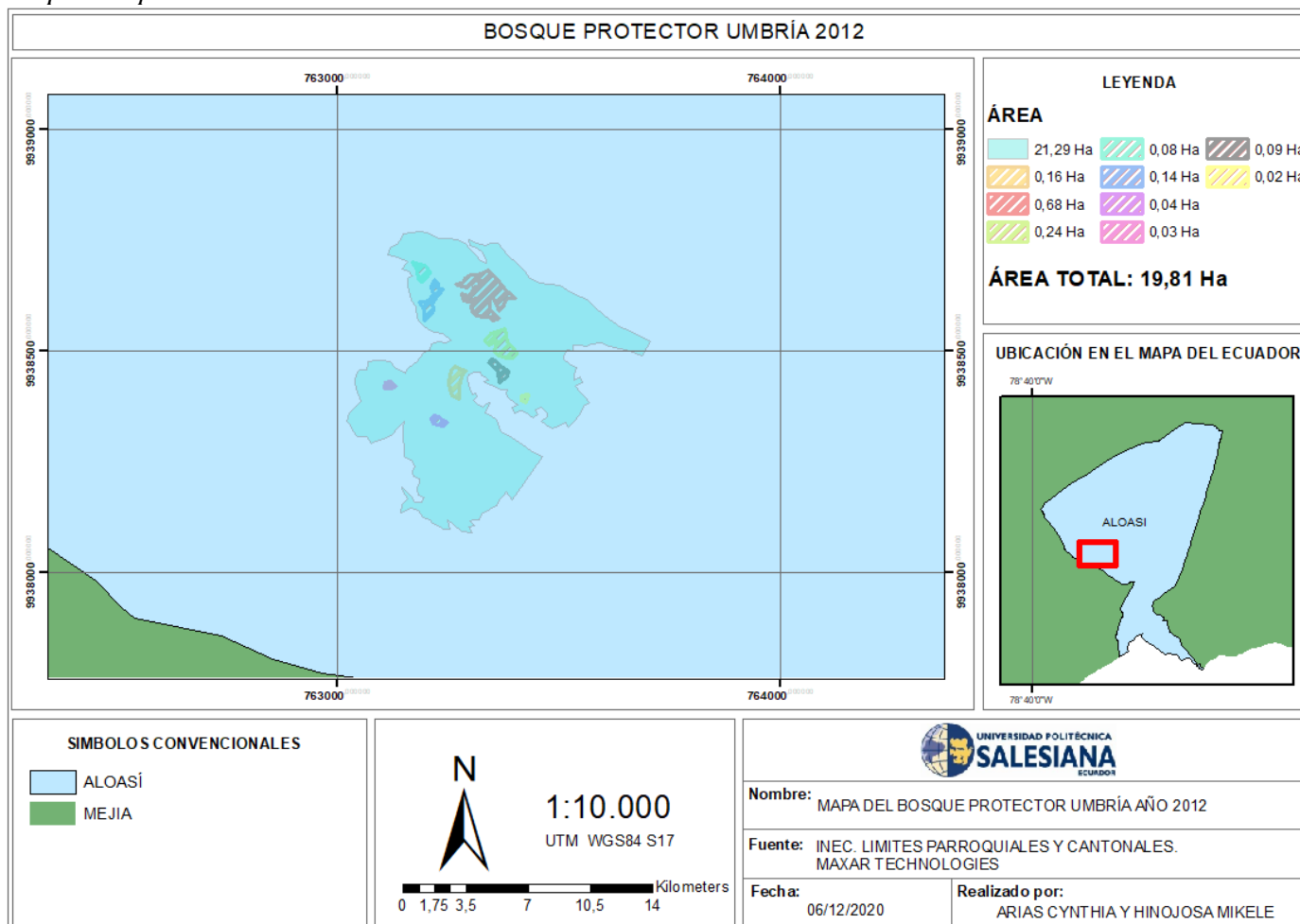
Anexo 3. Mapa Bosque Protector Umbría 1969



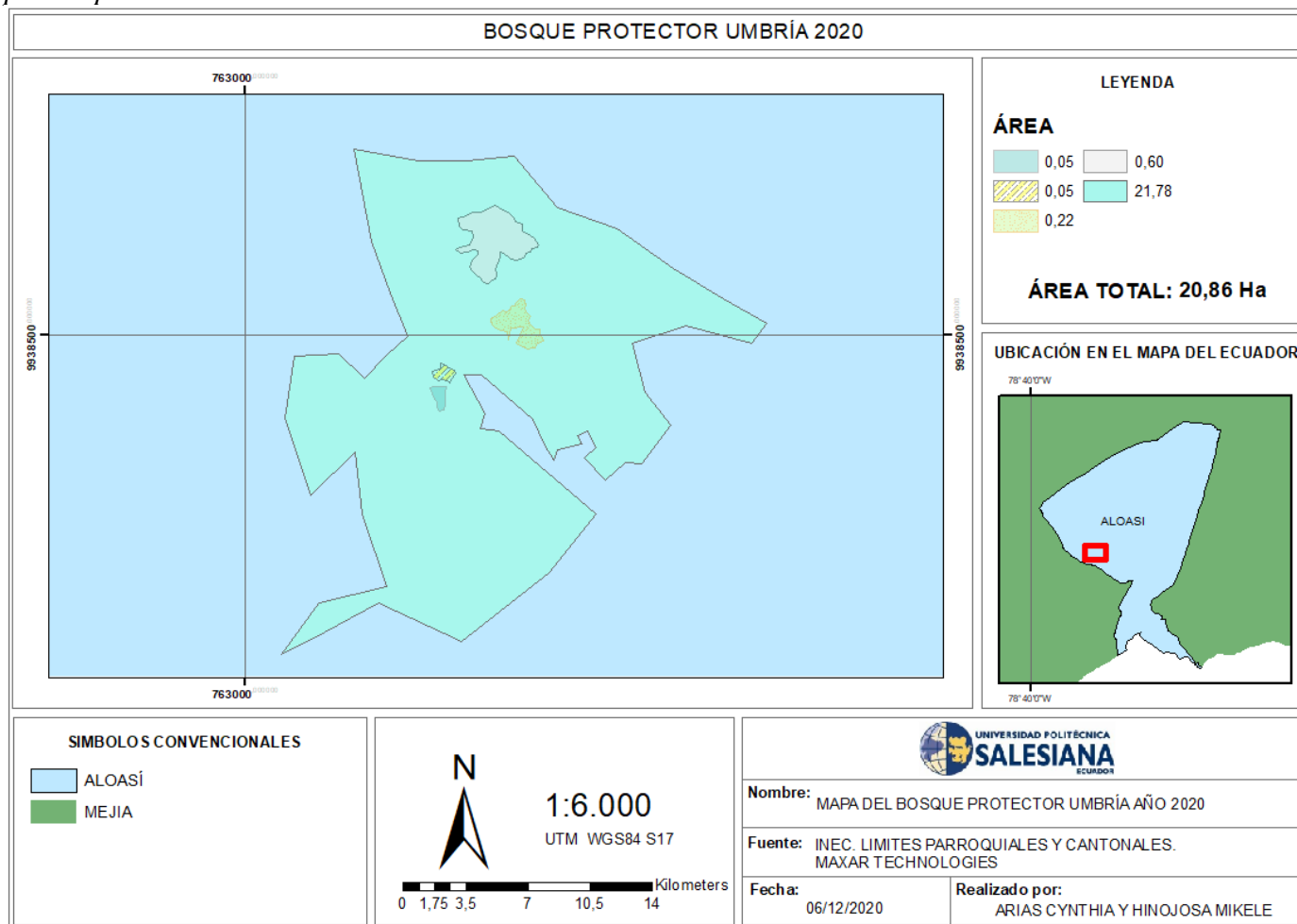
Anexo 4. Mapa Bosque Protector Umbría 2002



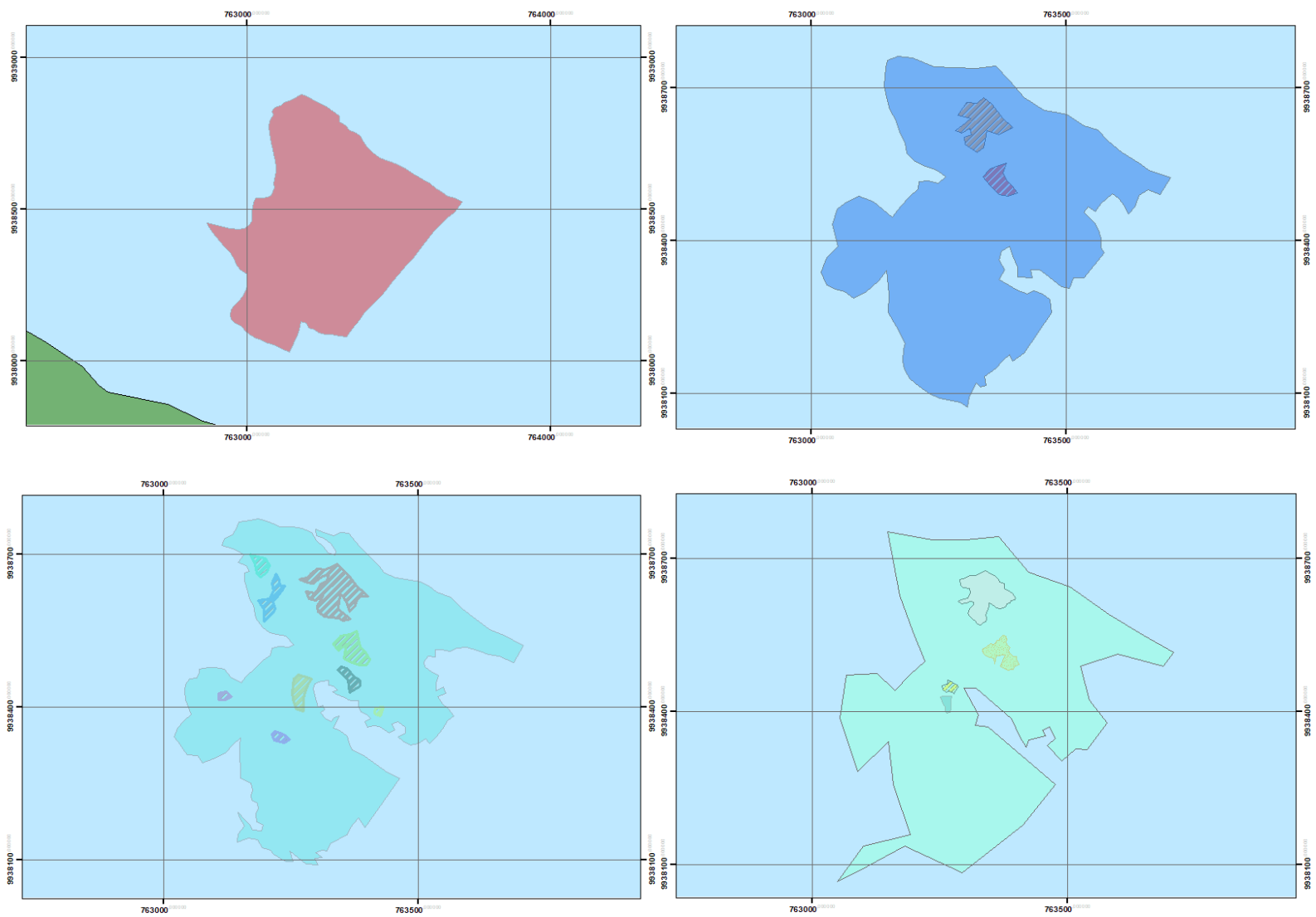
Anexo 5. Mapa Bosque Protector Umbría 2012



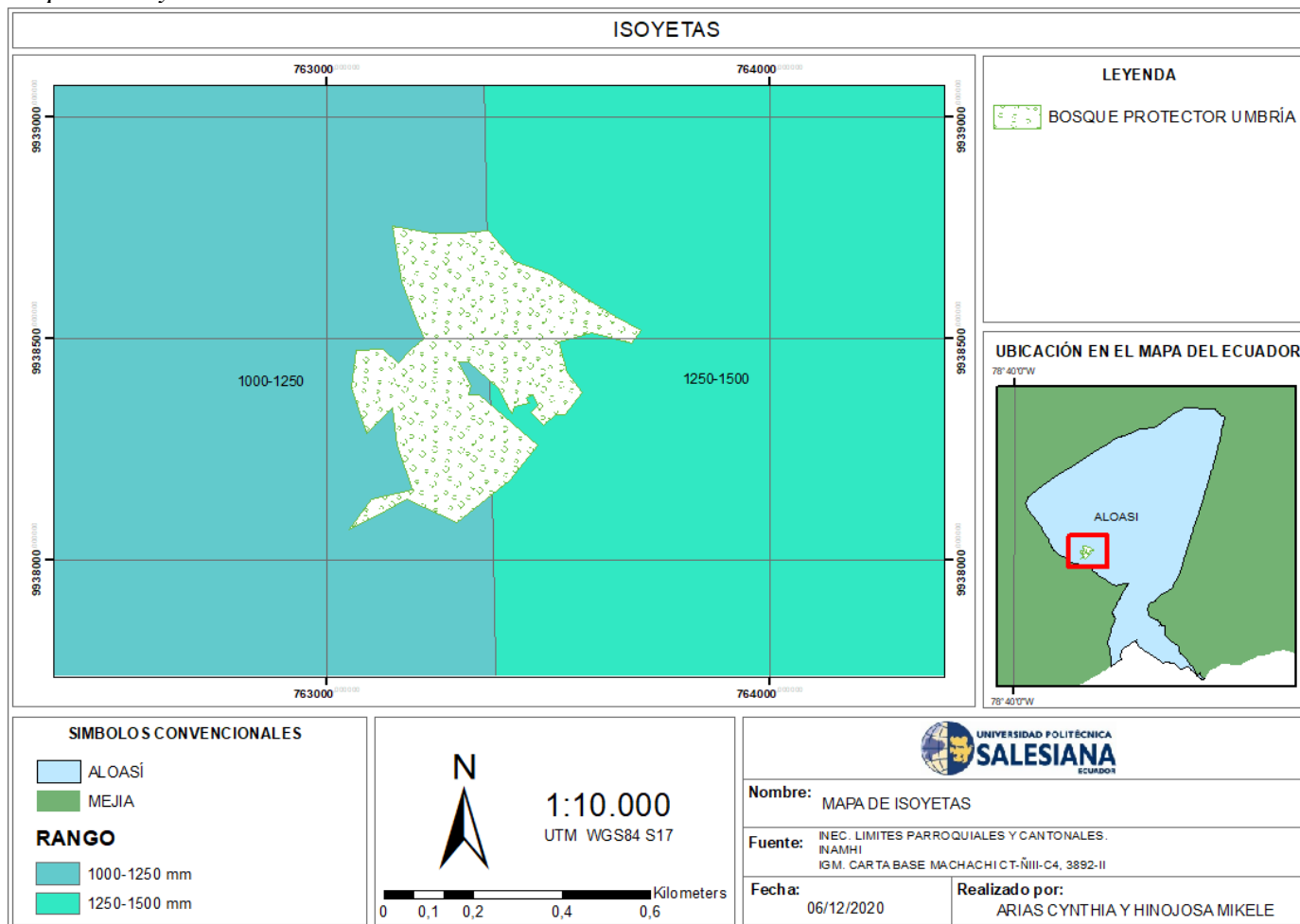
Anexo 6. Mapa Bosque Protector Umbría 2020



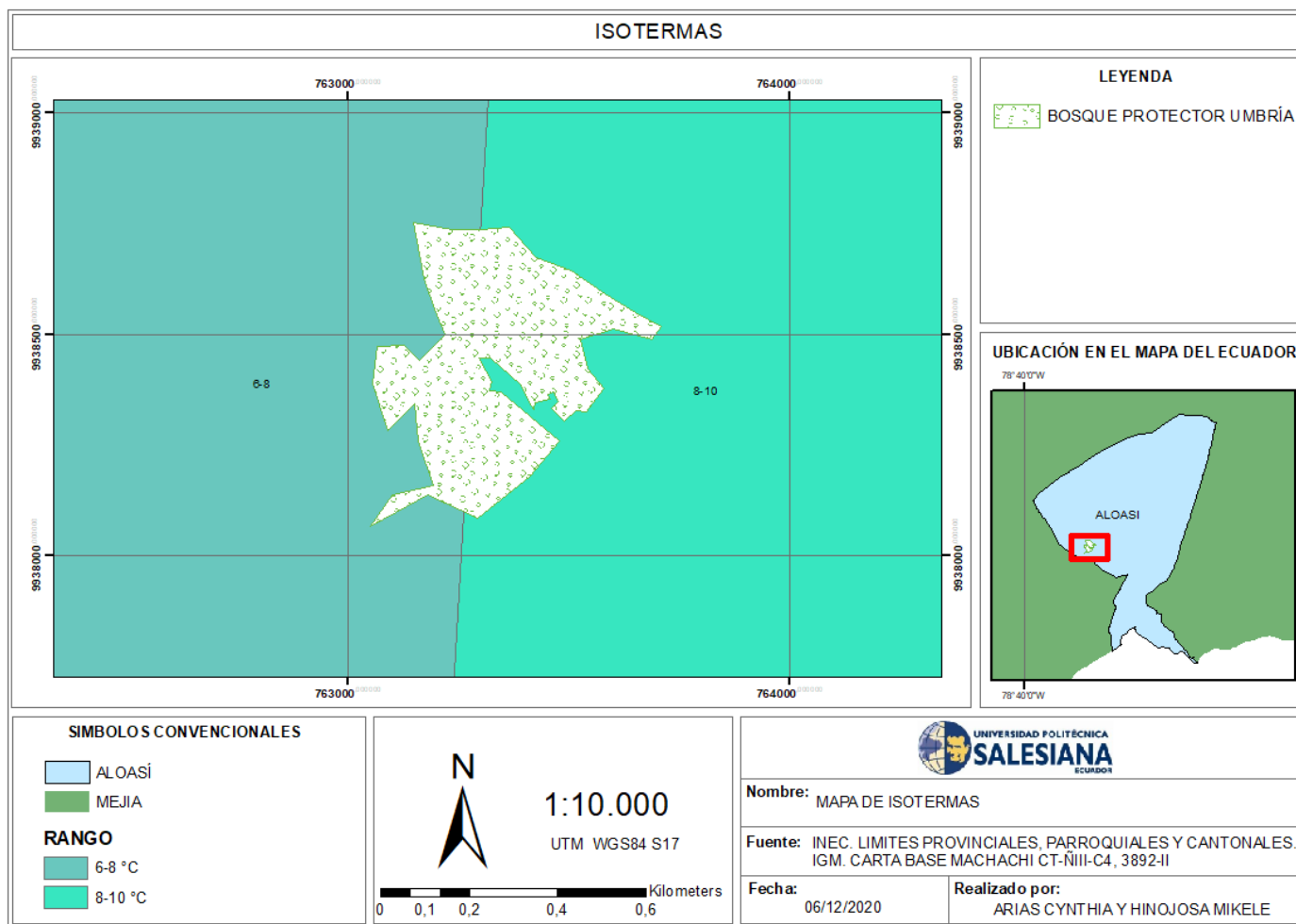
Anexo 7. *Mapa comparativo de pérdida de vegetación en el bosque protector umbría.*



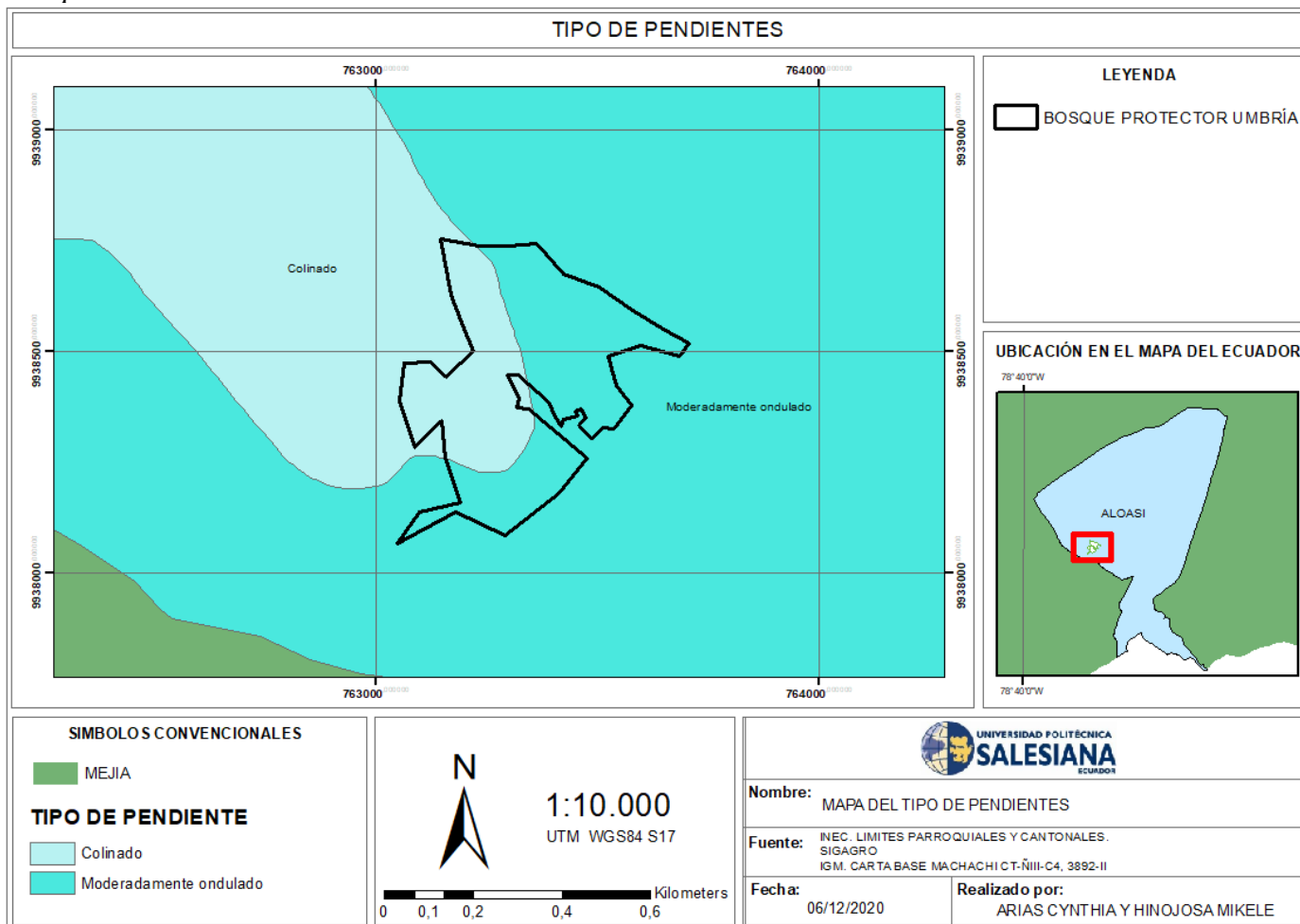
Anexo 8. Mapa de Isoyetas



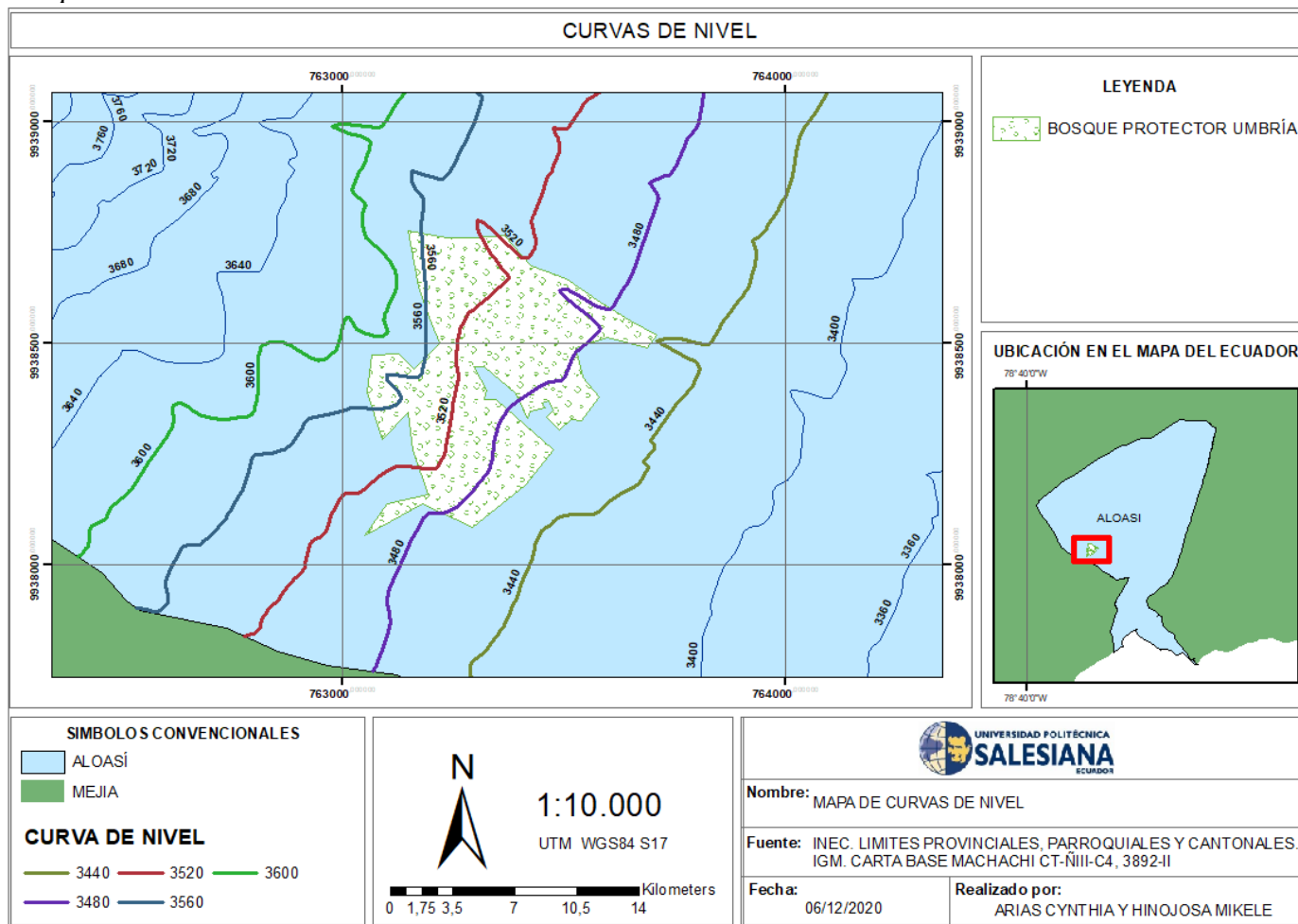
Anexo 9. Mapa de Isotermas



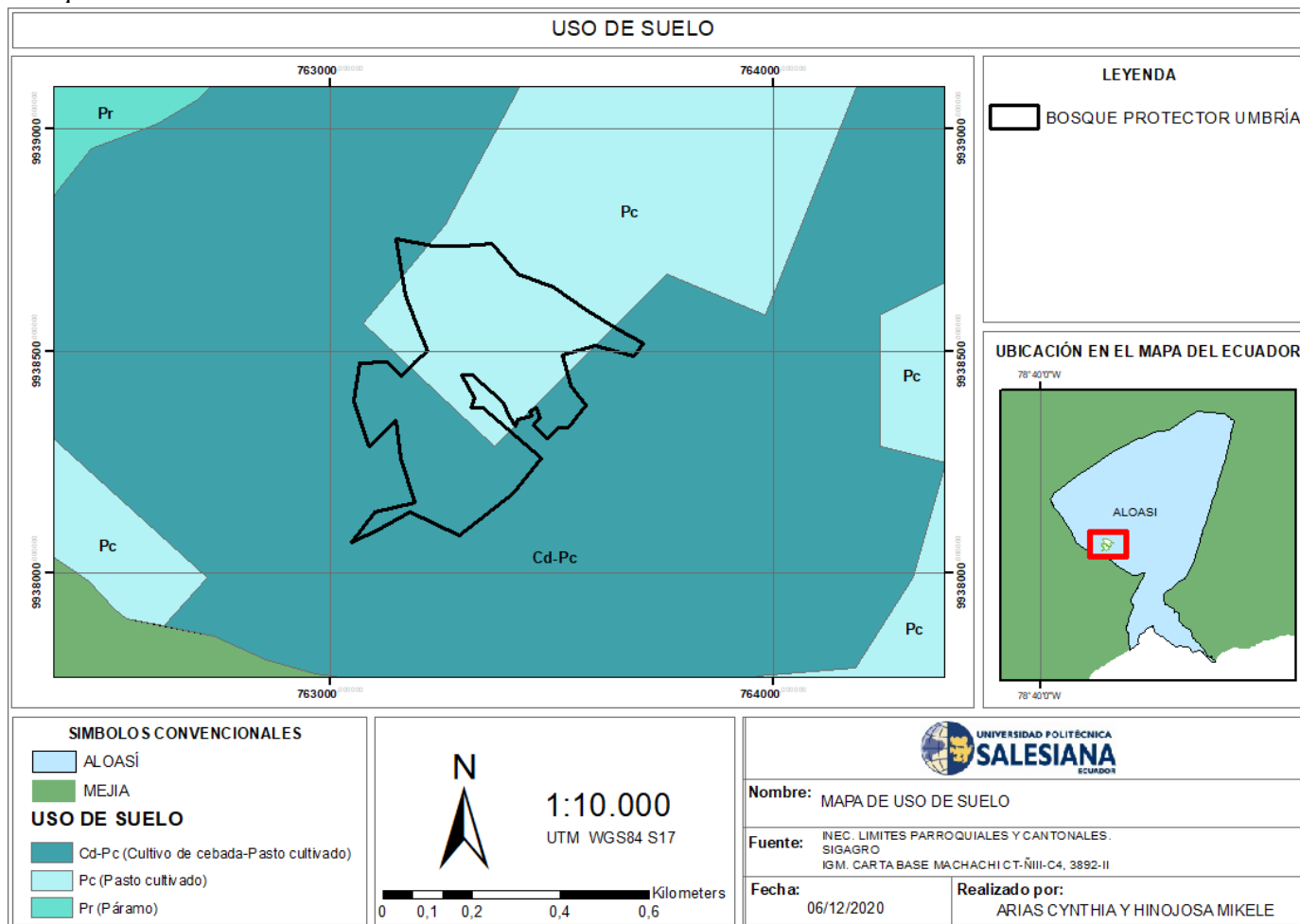
Anexo 10. Mapa de Pendientes



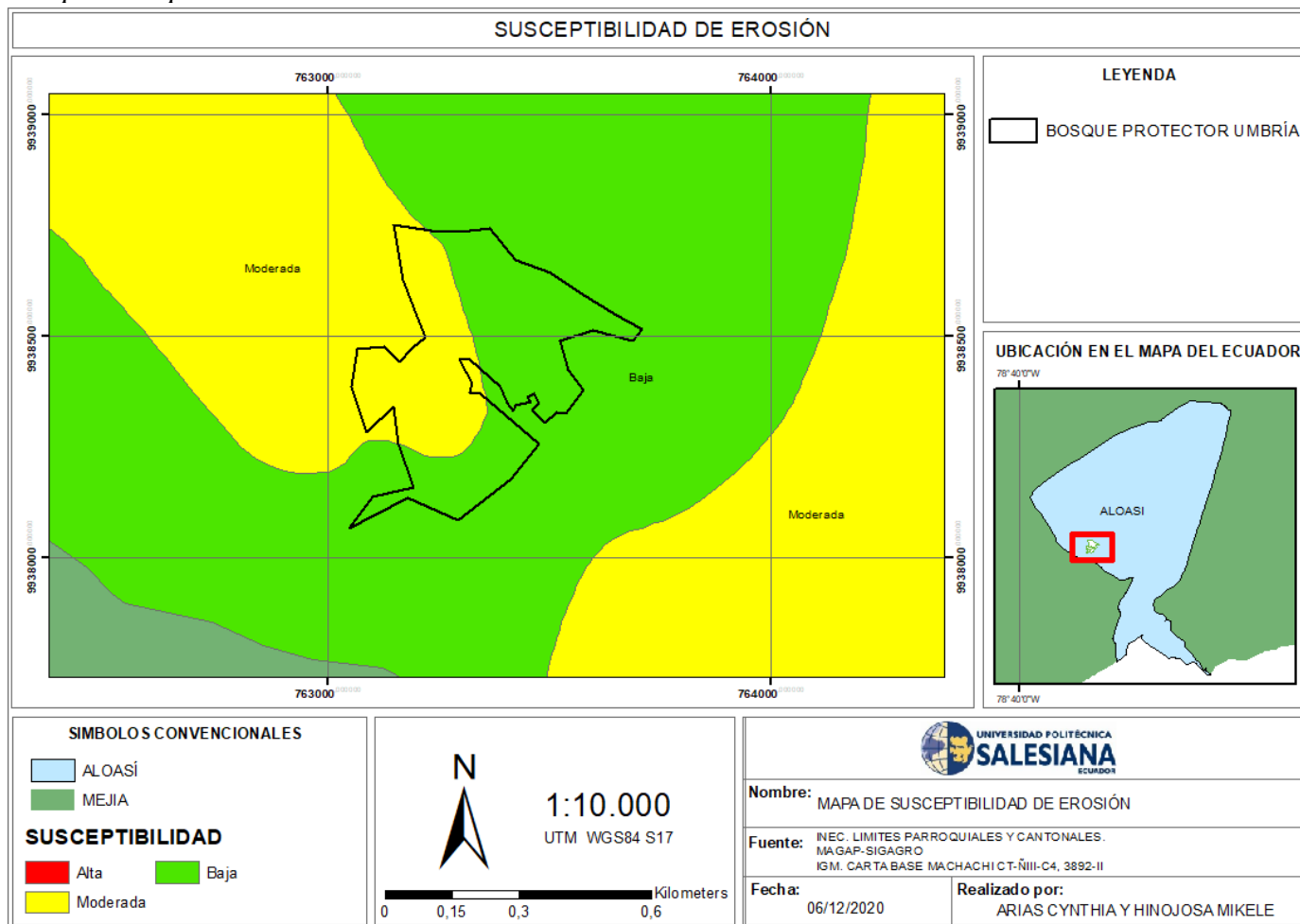
Anexo 11. Mapa de Curvas de nivel



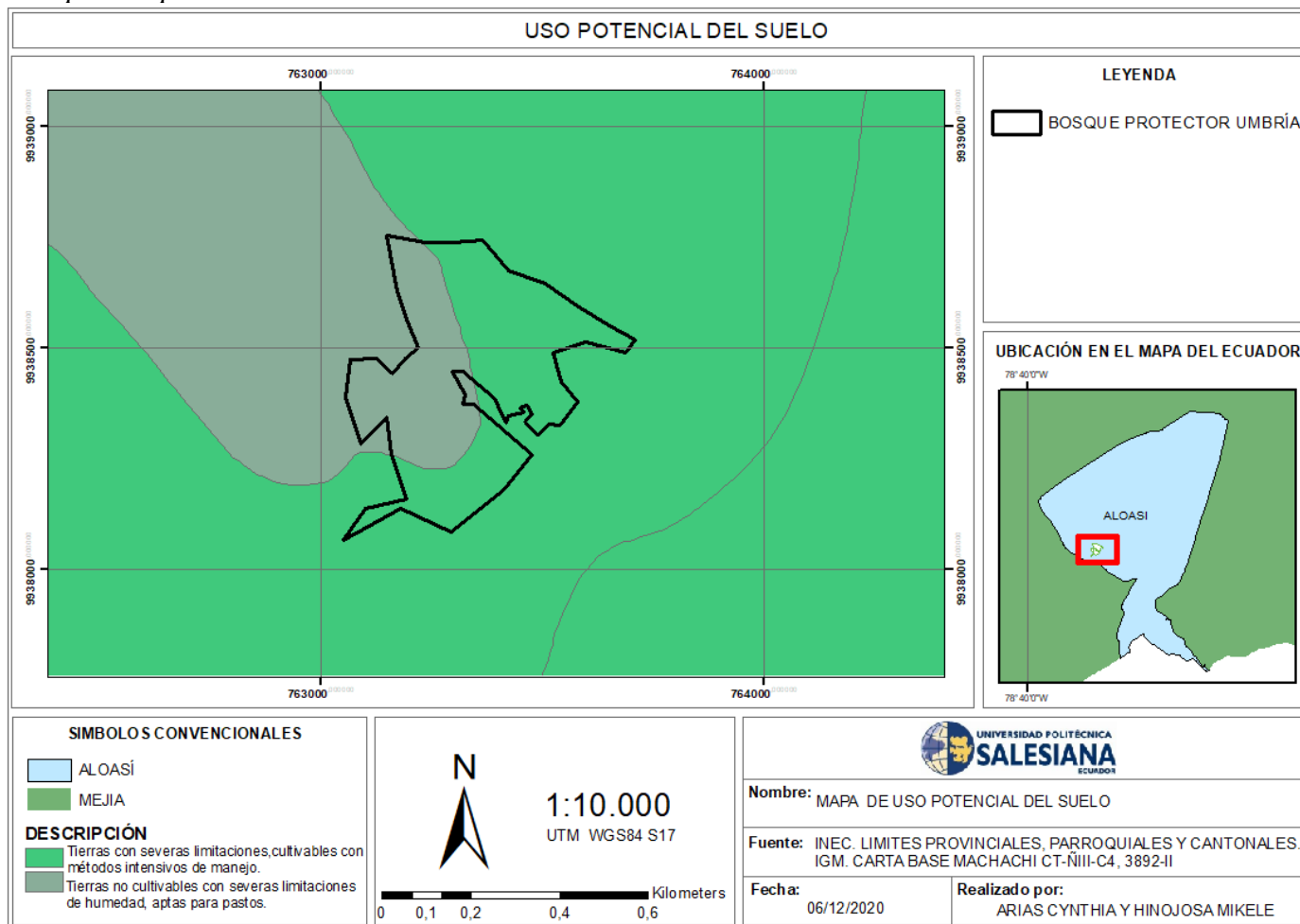
Anexo 12. Mapa Uso actual de suelo



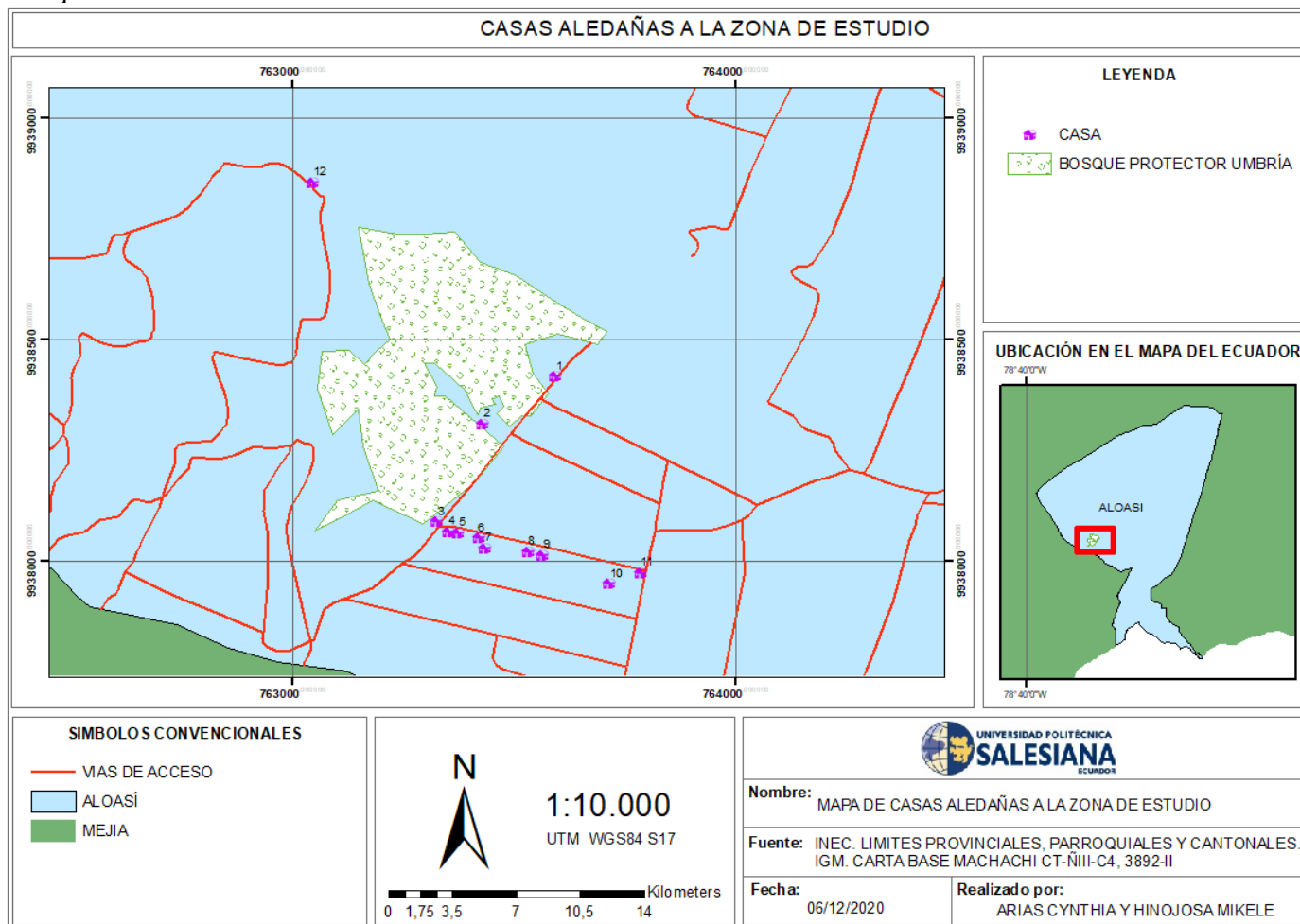
Anexo 13. Mapa Susceptibilidad de erosión



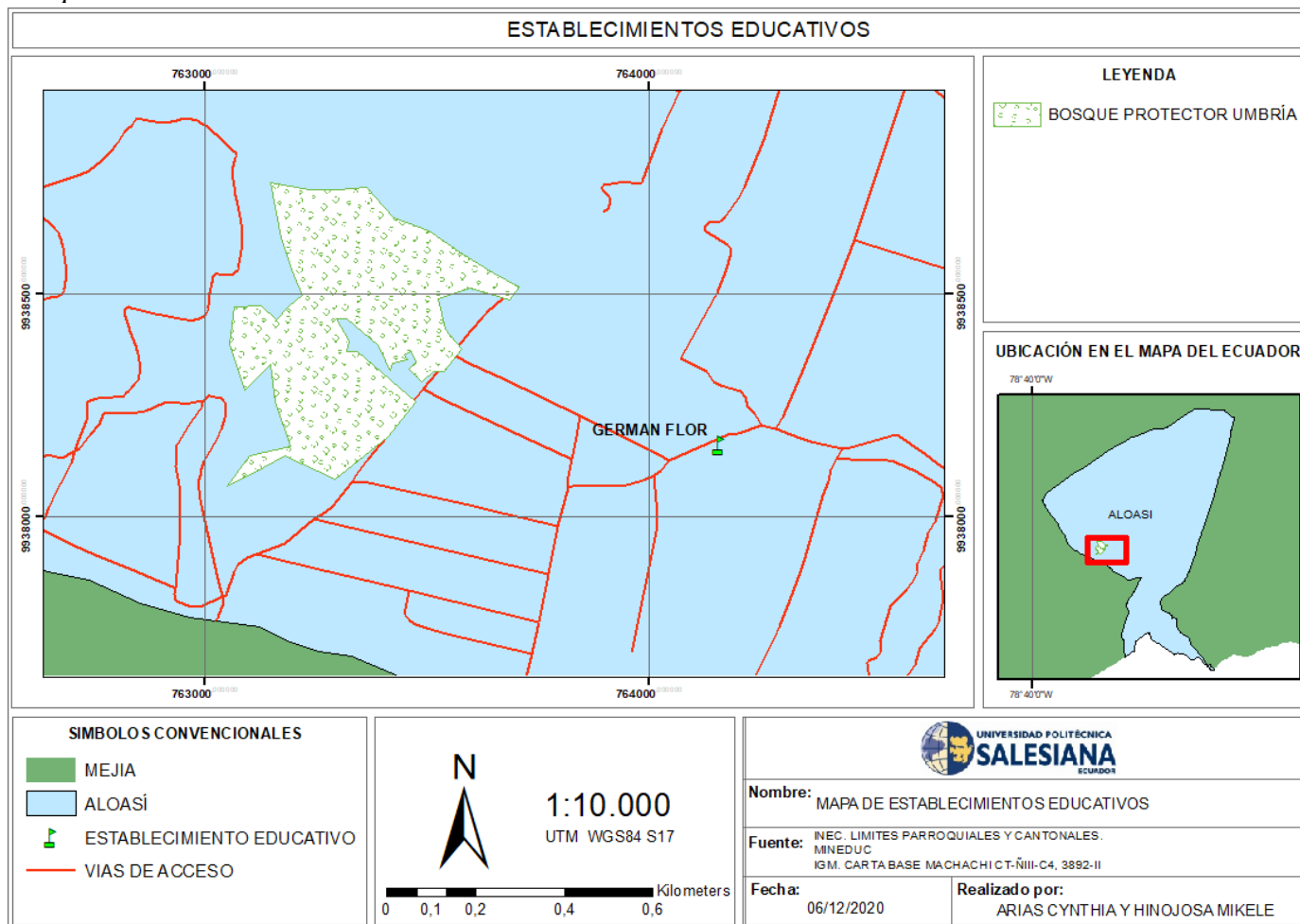
Anexo 14. Mapa Uso potencial del suelo



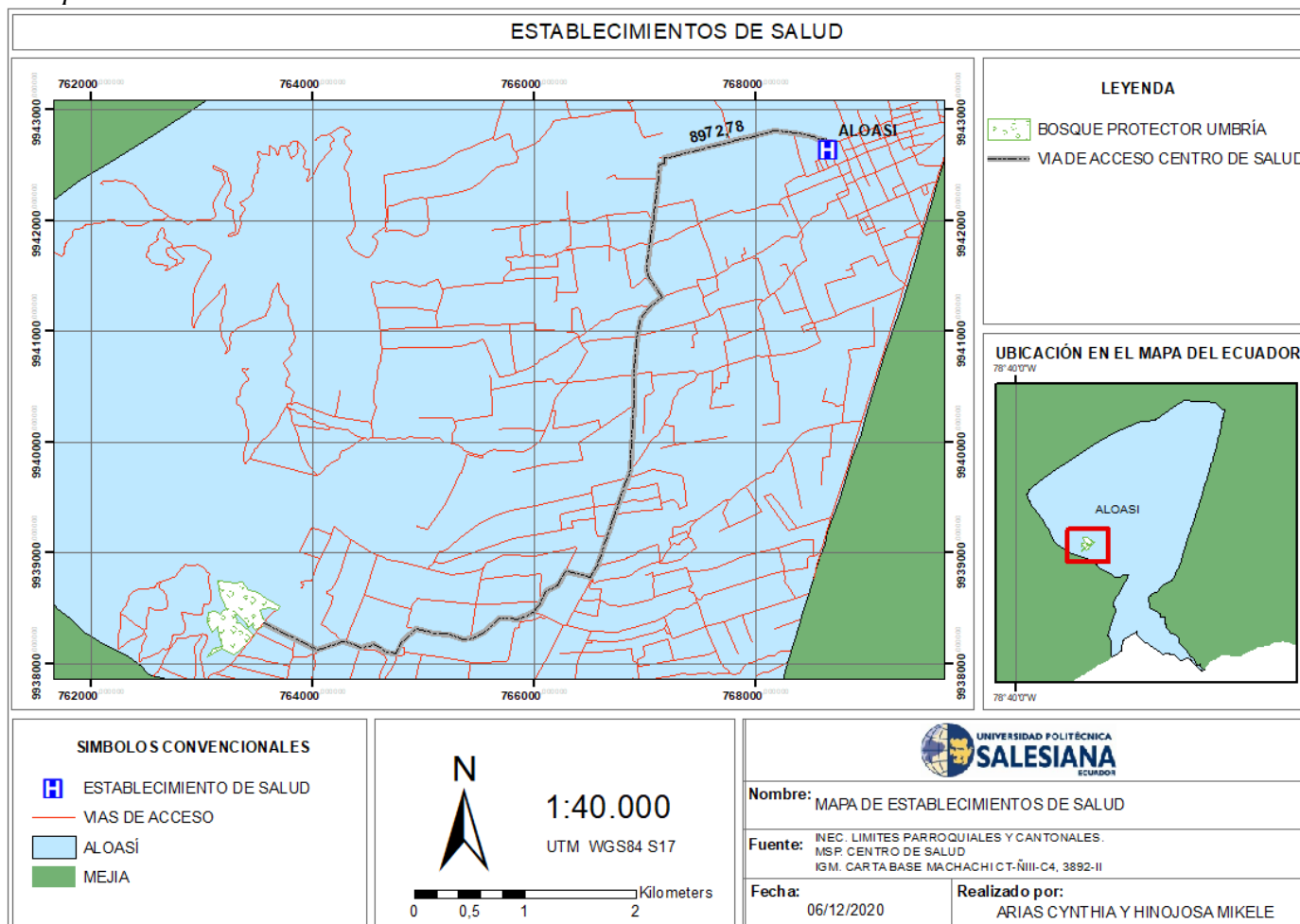
Anexo 15. Mapa Casas aledañas a la zona de estudio



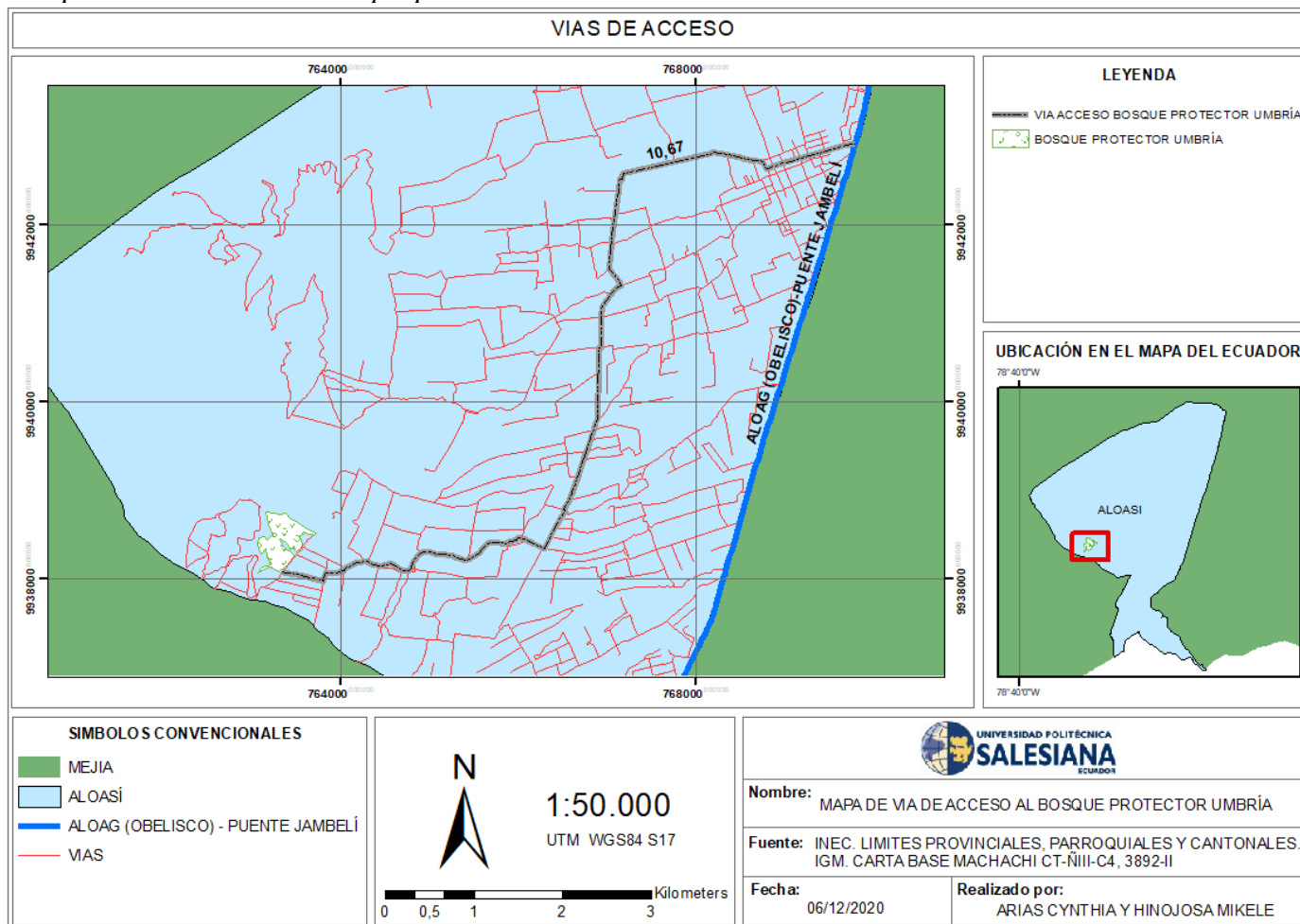
Anexo 16. Mapa Establecimientos educativos



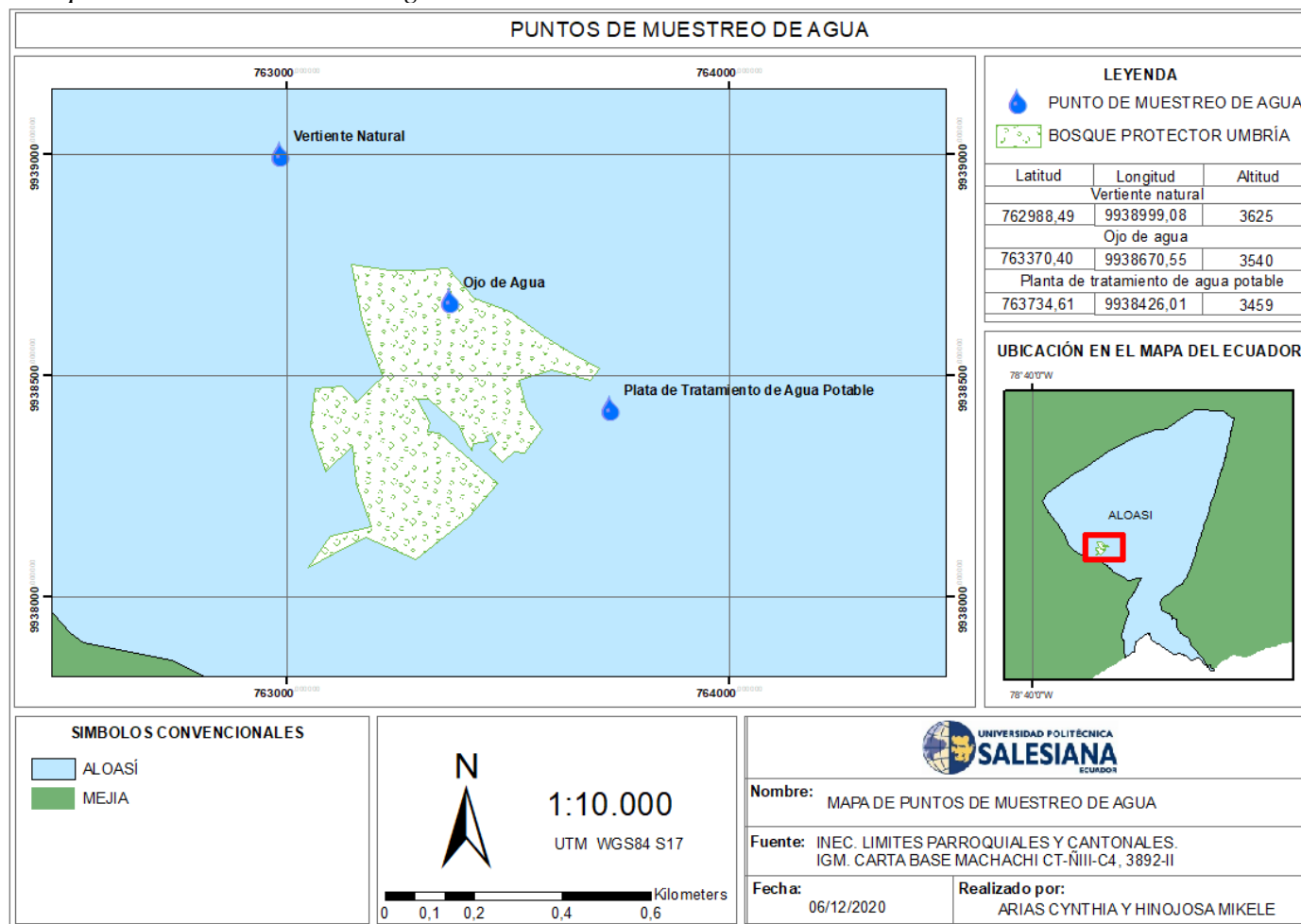
Anexo 17. Mapa Establecimientos de salud



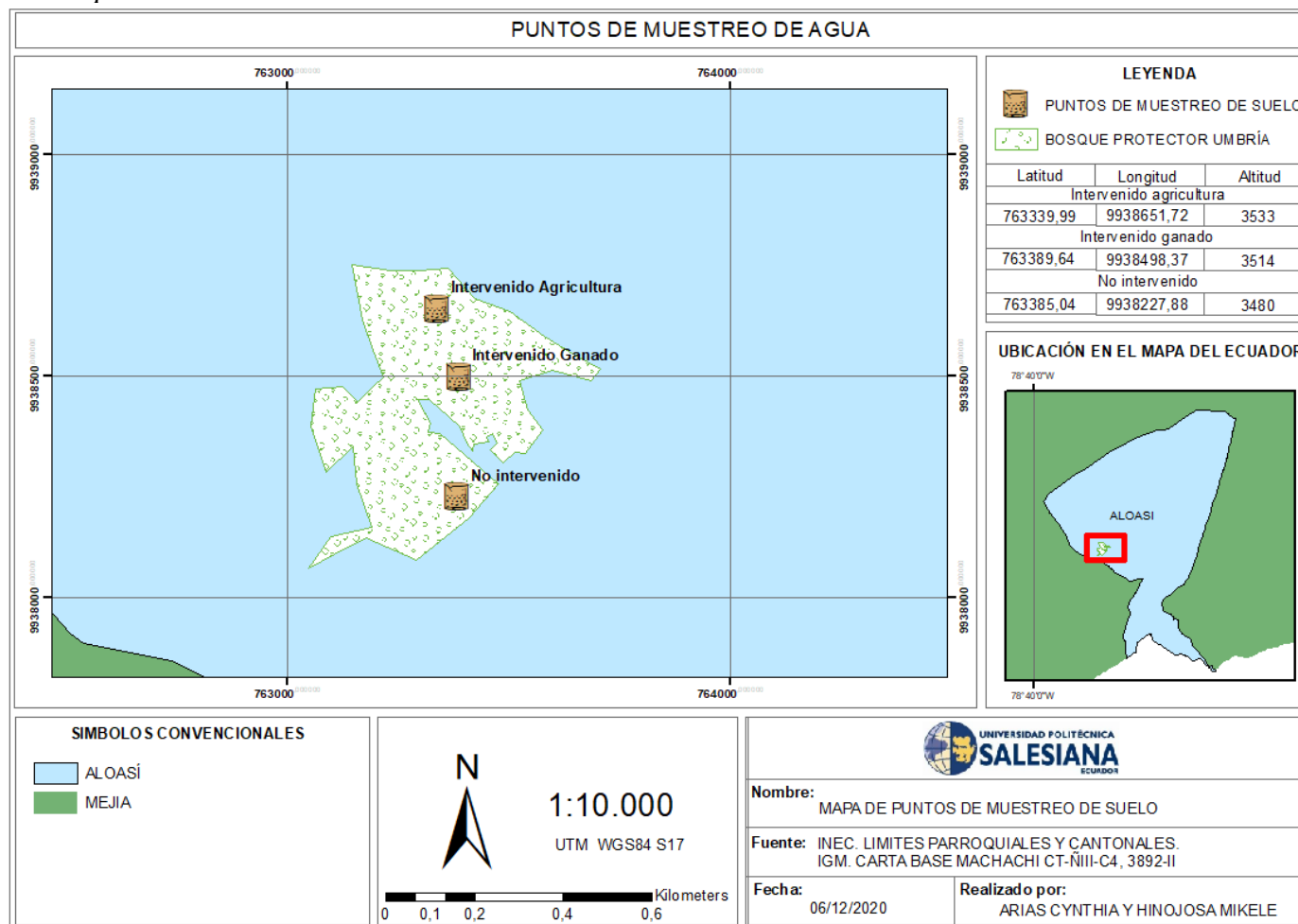
Anexo 18. Mapa Vías de acceso al Bosque protector Umbría



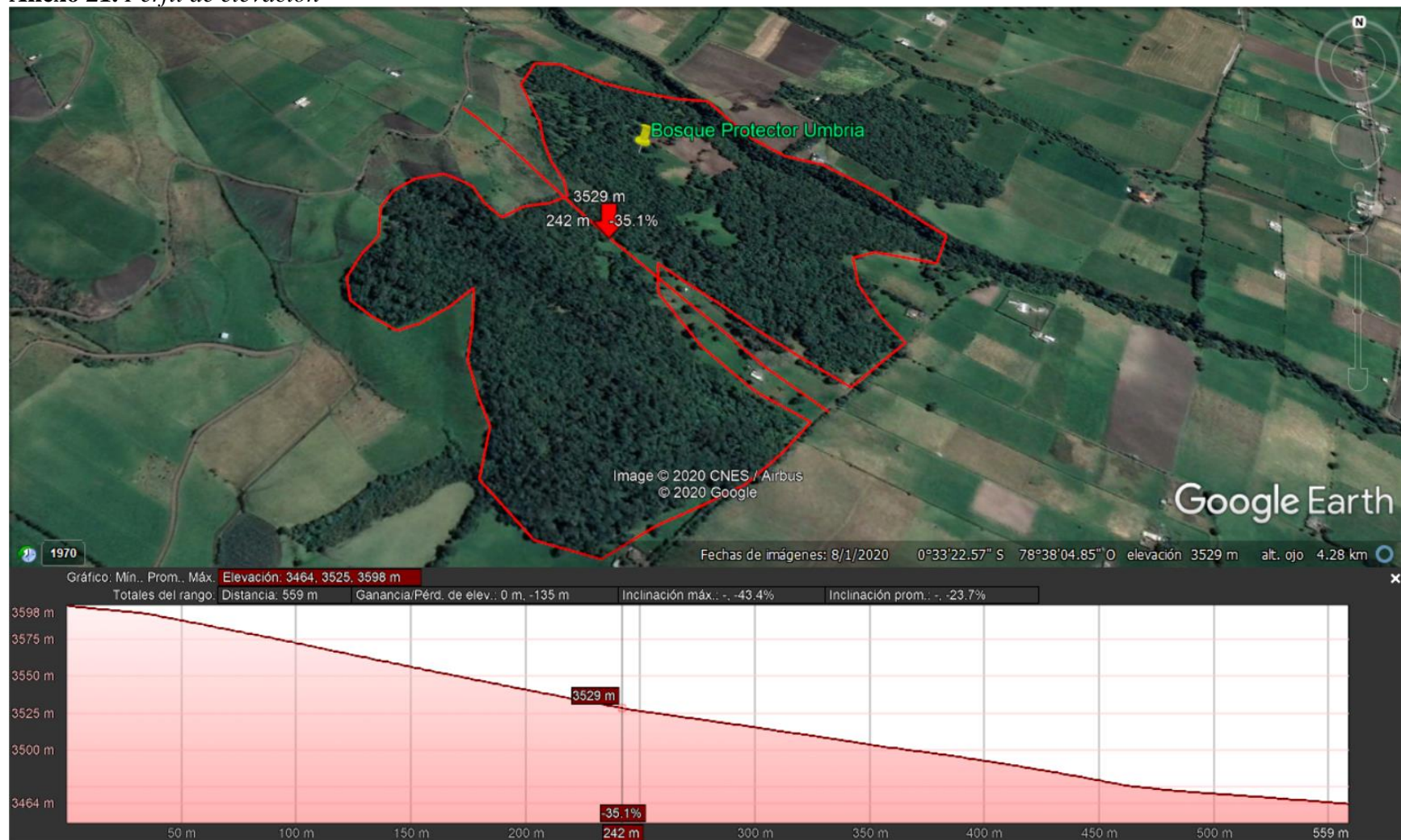
Anexo 19. Mapa Puntos de muestreo de agua



Anexo 20. Mapa Puntos de muestreo de suelo



Anexo 21. Perfil de elevación



Anexo 22. Formato de encuesta

INFORMACIÓN BÁSICA				
Encuestador (a)				
Fecha				
Persona entrevistada	Padre: ()	Madre: ()	Otro: () _____	
INFORMACIÓN SOBRE LA FAMILIA				
¿Cuántas personas habitan en la vivienda?				
¿Cuántos miembros tiene su familia?				
Parentesco	Edad	Genero	Estado Civil	
INFORMACIÓN SOBRE EDUCACION				
Parentesco	Grado de instrucción	Sabe leer y escribir	A que institución educativa asiste	
Cuenta con herramientas tecnológicas para educación virtual:		Celular: ()	Computador escritorio: ()	Computador portátil: ()
INFORMACIÓN SOBRE LA VIVIENDA				
Tiempo que viven en la casa:				
Tenencia de la vivienda:	Propia: ()		Alquilada: ()	
Material predominante de la casa:	Adobe: ()	Madera: ()	Bloque: ()	
	Ladrillo: ()		Otro: () _____	
Posee energía eléctrica:	Si: ()		No: ()	
Posee agua potable:	Si: ()		No: ()	
Quien suministra el agua potable:	Junta de agua: ()		Empresa pública de agua: ()	
Posee teléfono convencional:	Si: ()		No: ()	
Posee servicio de internet fijo:	Si: ()		No: ()	
Posee alcantarillado	Si: ()		No: ()	

Cuál es la disposición final de las aguas servidas:	Alcantarillado: ()	Pozo Séptico: ()	Quebrada: ()	
Disposición final de residuos orgánicos:	Recolección municipal: ()	Incineración: ()	Quebrada: ()	Abono: ()
Disposición final de residuos inorgánicos:	Recolección municipal: ()	Incineración: ()	Quebrada: ()	
INFORMACIÓN SOBRE LA ACTIVIDAD ECONOMICA				
Parentesco	Profesión/ Ocupación		Cuenta con trabajo estable	
INFORMACIÓN SOBRE LA PERCEPCION DEL BPU				
Posee terrenos dentro del BPU	Si: ()	No: ()	Área: _____	
Que uso le da al terreno	Conservar bosque: ()	Agricultura: ()	Cría de animales: ()	Turismo: ()
Ha participado en proyectos de forestación y/o reforestación en el Bosque Protector Umbría	Si: ()		No: ()	
Conoce acerca de las leyes ambientales existentes en el país	Si: ()		No: ()	
INFORMACIÓN SOBRE SALUD				
Algún miembro de su familia tiene alguna enfermedad catastrófica	Si: ()		No: ()	
Algún miembro de su familia tiene alguna discapacidad	Auditiva: ()	Visual: ()	Física: ()	
	Intelectual: ()		Otros: ()	
Algún miembro de su familia cuanta con seguro	Social: ()	Campesino: ()	Voluntario: ()	Privado: ()
	Otros: ()		Ninguno: ()	
Cómo calificaría la atención en el centro de salud	Buena: ()	Regular: ()	Mala: ()	
Que se debe mejorar en el centro de salud	_____			

Anexo 23. Registro fotográfico

Figura 37. Bosque Protector Umbría



Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021).

Figura 38. Zonas deforestadas externas



Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021)

Figura 39. *Zonas deforestadas internas*



Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021)

Figura 40. *Terrenos privados al interior del bosque*



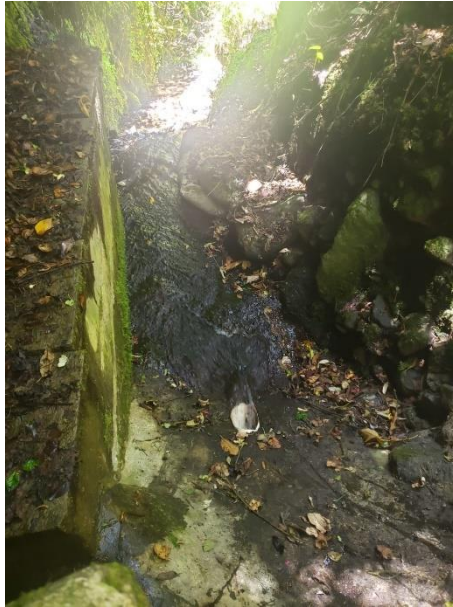
Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021)

Figura 41. *Sobre vuelo con dron*



Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021)

Figura 42. *Vertiente natural*



Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021)

Figura 43 . *Tanque de captacion en la vertiente natural*



Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021)

Figura 44. *Ojo de agua*



Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021)

Figura 45. *Tanque de captación del ojo de agua*



Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021)

Figura 46. *Medición de caudal*



Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021)

Figura 47. *Muestras de agua*



Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021)

Figura 48. *Análisis de campo para agua*



Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021)

Figura 49. *Planta de tratamiento de agua potable*



Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021)

Figura 50. *Muestreo de suelo*



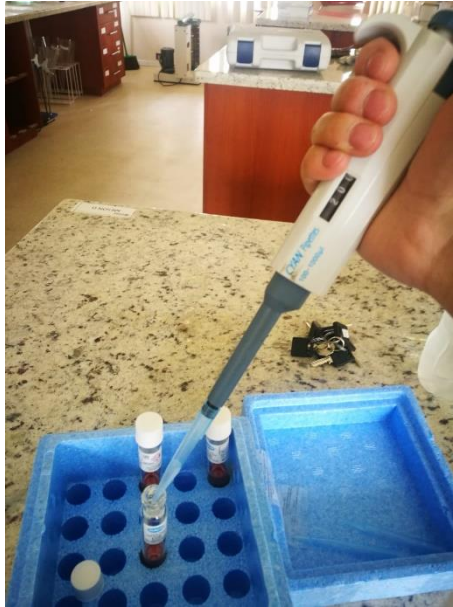
Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021)

Figura 51. *Análisis de campo para suelo*



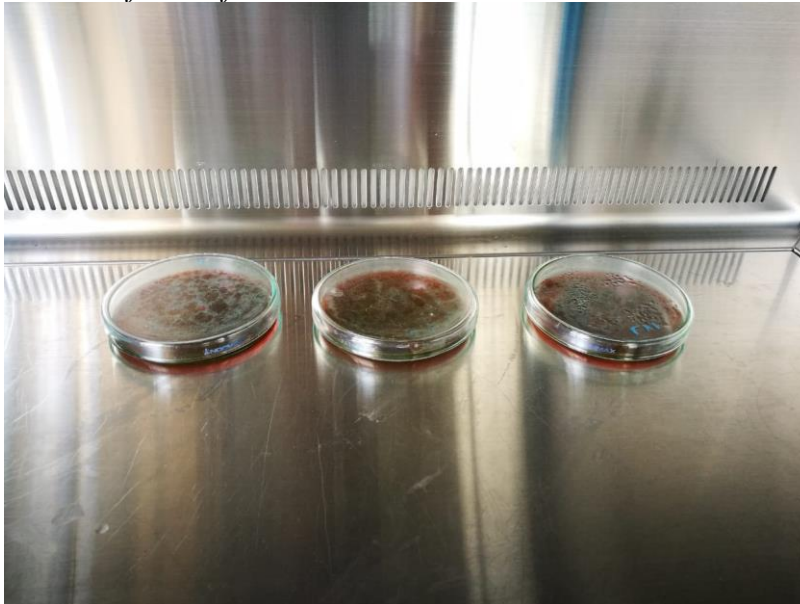
Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021)

Figura 52. *Análisis de laboratorio medición de DQO*



Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021)

Figura 53. *Análisis de coliformes fecales*



Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021)

Figura 54.*Equipo de filtración por membrana*



Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021)

Figura 55.*Muestras incubadas*



Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021)

Figura 56. Tamiz para pruebas de granulometría



Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021)

Figura 57. Equipo para determinación granulométrica



Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021)

Figura 58. *Muestra de suelo tamizada*



Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021)

Figura 59. *Visita de campo en compañía de miembros de la junta de agua*



Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021)

Figura 60.*Intervención agrícola*



Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021)

Figura 61.*Daños a la flora del Bosque protector*



Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021)

Figura 62. Deforestación al interior del bosque



Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021)

Figura 63. Intervención ganadera



Nota. Esta figura ha sido presentada por Arias & Hinojosa (2021)